Studien

an

gesteinsbildenden Pyroxenen.

Inaugural-Dissertation

der

hohen philosophischen Facultät

der

Universität Basel

behufs

Erlangung der Doctorwürde

vorgelegt von

Alfons Merian

von Basel.

Stuttgart.

E. Schweizerbart'sche Verlagshandlung (E. Koch).

1884.

Studien

an

gesteinsbildenden Pyroxenen.

Inaugural-Dissertation

der

hohen philosophischen Facultät

der

Universität Basel

behufs

Erlangung der Doctorwürde

vorgelegt von

Alfons Merian

von Basel.

Stuttgart.

E. Schweizerbart'sche Verlagshandlung (E. Koch).

1884.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548826_0163

Die vorliegende Arbeit wurde auf Veranlassung des Herrn Professor Dr. H. Rosenbusch im mineralogisch-geologischen Institut der Universität Heidelberg ausgeführt. Das Untersuchungsmaterial stammte theilweise aus der petrographischen Sammlung des Instituts, theilweise gehörte es der Privatsammlung des Herrn Prof. Rosenbusch an. Es sei mir hier gestattet, diesem meinem hochverehrten Lehrer meinen Dank auszusprechen für die bereitwillige Anregung und Unterstützung, die ich von ihm empfangen habe.

Es ist eine bei mikroskopischen Gesteinsuntersuchungen immer wieder in die Augen fallende Thatsache, dass manche der gesteinsbildenden Minerale einen recht verschiedenen Habitus zeigen, je nachdem sie in der einen oder andern chemisch und mineralogisch verschiedenen Gesteinsfamilie als Gemengtheile auftreten.

Die Beständigkeit dieses äussern Habitus einzelner Gemengtheile in gewissen Gesteinen, die Verschiedenheit desselben in verschiedenen Gesteinen unter gleichzeitiger Berücksichtigung der Gesteinsstruktur gestatten sogar vielfach einen Wahrscheinlichkeitsschluss auf die systematische Stellung eines Vorkommens aus dem allgemeinen Habitus seiner Gemengtheile, sofern das geologische Auftreten uns darüber im Unklaren lässt oder überhaupt nicht bekannt ist. Ich erinnere hier z. B. nur an die bedeutenden Verschiedenheiten in Form und Farbe, welche oft die Minerale der Glimmer-, Amphibol- und Pyroxengruppen in ältern und jüngern Eruptivgesteinen zur Schau tragen.

Da nun aber solche Verschiedenheiten im Aussehen bestimmter Minerale meist in causalem Zusammenhang mit einer Änderung in ihrer chemischen Zusammensetzung stehen — eine Wahrnehmung, welche zu bekannt ist, als dass sie hier noch durch besondere Belege erhärtet zu werden brauchte — so muss sich die Frage von selbst aufdrängen, ob nicht und welche Beziehungen stattfinden zwischen der chemischen Zusammensetzung der Gesteine und der Zusammensetzung der Minerale, welche in ihnen als Gemengtheile associirt sind.

Nun ist wohl von vornherein zuzugeben, dass wir besonders an solchen Mineralen den Einfluss der chemischen Zusammensetzung des Gesteinmagmas auf ihre eigene Zusammensetzung mit der grösseren Wahrscheinlichkeit werden erkennen können, deren Zusammensetzung überhaupt gewisser Variationen leicht fähig ist, d. h. in denen eine isomorphe Vertretung mehrerer Elemente und Moleculargruppen als möglich und häufig vorkommend nachgewiesen ist.

Dass solche Beziehungen zwischen einem Gestein und seinen Gemengtheilen entschieden vorhanden sind, das zeigen schon manche ganz einfach zusammengesetzte Minerale, die als Gesteinsgemengtheile auftreten.

Wie bekannt besteht beispielsweise der Olivin aus Verbindungen von der allgemeinen Form $\overset{II}{R}_2 Si O_4$, worin $\overset{II}{R} = Mg$ und Fe bedeutet, d. h. er enthält nur die zwei isomorphen Verbindungen $Mg_2 Si O_4$ und $Fe_2 Si O_4$, deren gegenseitiges Mengenverhältniss einer Variation fähig ist, an welcher sich der Einfluss verschiedener Entstehung des Minerals geltend machen könnte. Dass dieses auch wirklich der Fall ist, ergeben die Olivinanalysen aus verschiedenen Gesteinen, Melaphyren, Basalten, Olivinfelsen, Kalken, Meteoriten etc., mit Evidenz. Während in vielen dieser das Verhältniss der Molecüle $Mg_2 Si O_4 : Fe_2 Si O_4$ wie 9 : 1 oder 7 : 1 ist, wird es beim Hyalosiderit des eisenreichen Limburgit von Sasbach am Kaiserstuhl wie 2 : 1, und in einzelnen eisenreichen Meteoriten ist in dem darin enthaltenen Olivin dieses Verhältniss wie 1 : 1. Es darf daher um so mehr erwartet werden, dass manche der complizirter zusammengesetzten gesteinsbildenden Silikate, in denen eine isomorphe Vertretung einzelner Moleculargruppen möglich ist, viel grössere Variationen in dieser Richtung aufweisen werden, und solches ist auch häufig zutreffend. Wenn es bis gegenwärtig nicht gelungen ist, irgend welche Gesetze aufzustellen, welche die Beziehungen zwischen der chemischen Constitution der Minerale und der Totalzusammensetzung der sie enthaltenden Gesteine zum Ausdruck brächten, so liegt der Grund hievon wohl hauptsächlich in der zu geringen Zahl von Untersuchungen, welche bis jetzt darüber angestellt worden sind.

Es ist aber auch nicht zu läugnen, dass vor der Anwendung der Trennungsmethode von Gesteinsgemengtheilen mit Hülfe spe-

zifisch schwerer Flüssigkeiten es eine sehr mühsame und nur in ziemlich engen Grenzen überhaupt ausführbare Arbeit war, einzelne solcher Gemengtheile in genügender Menge und Reinheit zu isoliren, um sie chemisch prüfen zu können.

Nachdem nun aber gerade in den letzten Jahren die erwähnte Trennungsmethode für petrographische Zwecke so bedeutende Verbesserungen erfahren hat, erschien es mir eine lohnende Aufgabe, einen Beitrag zur Erweiterung unserer Kenntnisse über die Constitution der gesteinsbildenden Minerale zu liefern.

Nur durch Ansammlung einer genügenden Anzahl von Analysen wird man allmählig in den Besitz derjenigen thatsächlichen Anhaltspunkte gelangen, an denen die gesetzmässigen Beziehungen zwischen der chemischen Constitution eines Gesteins und derjenigen seiner Gemengtheile sich werden ableiten lassen.

Wir dürfen dabei aber nicht ausser Acht lassen, dass solche Gesetze immer nur für Gesteine gleicher Entstehung Geltung haben werden; denn es ist zweifellos, dass ausser der chemischen Zusammensetzung des Gesteins auch die bei seiner Entstehung herrschenden physikalischen Bedingungen wie Temperatur, Druck, Zeitdauer der Erstarrung, das Vorhandensein oder Fehlen von Wasser in dem Schmelzfluss etc. einen wesentlichen Einfluss auf die Constitution der auskrystallisirenden Gesteinsgemengtheile werden ausüben können.

Das Thatsächliche dieser Annahme ergiebt sich beim vergleichenden Gesteinsstudium mit überzeugender Deutlichkeit; ich erinnere hier nur z. B. an die Paragenesis von Amphibol mit Kaliglimmer, welche in krystallinen Schiefern so häufig vorkommt, in Eruptivgesteinen dagegen nie zu beobachten ist. Auch die interessanten Versuche, welche von Fouqué und M. Lévy über die synthetische Darstellung von Gesteinen angestellt worden sind [1], weisen deutlich auf eine solche Annahme hin.

In vorliegender Arbeit wurde es unternommen aus einer Anzahl verschieden zusammengesetzter Gesteine immer das gleiche Mineral, den Pyroxen, möglichst rein zu isoliren, um ihn auf seine physikalischen und chemischen Eigenschaften prüfen zu können und ihn mit der Totalzusammensetzung des ihn enthaltenden Gesteins zu vergleichen. Pyroxen muss zu solchen Untersuchungen besonders geeignet erscheinen, weil er als wesentlicher

[1] Synthèse des minéraux et des roches. Paris 1883.

Gemengtheil in sehr verschiedenen Gesteinen und in sehr wechselnder Association auftritt, und die Einsicht in seine chemische Constitution durch mehrere Arbeiten, ich erwähne hier besonders die von C. F. Rammelsberg, G. Tschermak und C. Dölter, schon in sehr erfreulicher Weise gefördert worden ist.

Nachdem die Thonerde als ein constituirender Bestandtheil vieler Pyroxene nachgewiesen war, hat Rammelsberg[1] die Ansicht ausgesprochen, dass in solchen neben dem normalen Pyroxensilikat eine gewisse Menge Sesquioxyde des Aluminiums resp. Eisens als solche isomorph beigemischt sei. Er stellte darum für die thonerdehaltigen Pyroxene die allgemeine Formel auf $n\overset{II}{R}SiO_3 + \overset{III}{R}_2O_3$, während die thonerdefreien als Mischungen isomorpher Salze der Metakieselsäure H_2SiO_3 aufzufassen wären.

Später hat Tschermak darauf aufmerksam gemacht, dass in sehr vielen Fällen in den thonerdefreien Augiten das Verhältniss stattfinde $Ca = Mg + Fe$, während in den thonerdehaltigen mit Zunahme des Sesquioxydgehaltes $Ca < Mg + Fe$ werde.

Zur Erklärung dieser Thatsache machte er darum die Annahme, dass alle Pyroxene Gemische aus einer Anzahl bestimmt zusammengesetzter isomorpher Silikate seien, und zwar in erster Linie normale Silikate von Kalk, Magnesia und Eisen, daneben eine Anzahl Alumosilikate[2].

Als die wichtigsten dieser Verbindungen wären nach Tschermak anzusprechen: $Mg_2Si_2O_6$, $Fe_2Si_2O_6$, $Mn_2Si_2O_6$, $Ca_2Si_2O_6$, $MgCaSi_2O_6$, $FeCaSi_2O_6$ daneben $MgAl_2SiO_6$, $Mg\overset{III}{Fe}_2SiO_6$ und $Na\overset{III}{Fe}Si_2O_6$, von welchen die zwei zuerst aufgeführten vorwiegend nur in rhombischen Pyroxenen, $Ca_2Si_2O_6$ nur im Wollastonit auftreten würden. Durch C. Dölter erfuhr hierauf die Tschermak'sche Ansicht über die Constitution der Pyroxene eine Erweiterung, da sich durch manche Untersuchungen herausgestellt hatte, dass jenes Verhältniss zwischen Al_2O_3 und den Oxyden des Ca, Mg und Fe nicht immer stattfinde[3].

---

[1] Mineralchemie. — Zeitschrift d. d. geol. Ges. 1867 pag. 496—501.

[2] Tschermak, Min. Mitth. 1871 pag. 17—46. cf. auch Groth, Tabellarische Übersicht der Mineralien. 1882.

[3] Tschermak, Min. u. petr. Mitth. 1879 pag. 193—229, sowie 1878 pag. 49—70, ebenda 1877 pag. 279—296.

Aus der Discussion vieler Pyroxenanalysen hat nämlich der eben genannte Forscher gefolgert, dass ausser den oben erwähnten Silikaten noch eine ganze Anzahl anderer isomorpher Verbindungen angenommen werden könnten, durch deren Betheiligung am Aufbau mancher Pyroxene sich deren Zusammensetzung leicht erklären liesse.

Es mögen hier die folgenden angeführt werden: $NaAlSi_2O_6$, $CaAl_2SiO_6$, $Na_2Al_2SiO_6$, $Na_2\overset{III}{Fe}_2SiO_6$ vielleicht auch $Ca_2Si_2O_6$.

Die Anführung noch einiger anderer Verbindungen, deren Vorhandensein C. Dölter aus seinen letzten Untersuchungen über Capverdische Augite[1] erschloss, wurde unterlassen, weil ihre Annahme, wie er selbst hervorhebt, vorerst einer strengeren Begründung bedarf und zu den in vorliegender Arbeit mitgetheilten Berechnungen nicht nothwendig erschien.

Für die Existenz von einzelnen der eben angeführten Pyroxensilikate haben sich auch andere Forscher ausgesprochen. So hat E. Cohen durch Untersuchungen an Eklogit[2] das Vorhandensein der Verbindung $NaAlSi_2O_6$ sehr wahrscheinlich gemacht. Zu dieser Annahme wurde auch Krenner durch die Discussion einer Jadeitanalyse[3] geführt. G. Link folgerte aus seiner Berechnung eines Pyroxens aus der Minette von Weiler[4] die Gegenwart des Silikates $Na_2Al_2SiO_6$ in diesem Pyroxen.

Endlich möchte ich nicht unerwähnt lassen, dass nach einer vor kurzem erschienenen Notiz E. Cohen[5] geneigt ist, auch eine Verbindung $MgO \cdot Al_2O_3 \cdot 4SiO_2$ in den Pyroxenen anzunehmen.

An den von mir untersuchten zehn Pyroxenen wurde stets der Versuch gemacht, ihre Analyse als Gemische solcher Pyroxensilikate zu deuten und es gelang dies auch in den meisten Fällen in recht befriedigender Weise.

Gleichzeitig war ich bestrebt zum Vergleich die mir bekannt gewordenen Pyroxenanalysen aus entsprechend zusammengesetzten Gesteinen anzuführen. Leider ist das Vergleichsmaterial

[1] C. Dölter, Capverden und ihre Producte. Graz 1882, und Tschermak, Min. u. petr. Mitth. 1883 III. pag. 224—233.

[2] Dieses Jahrbuch 1879 pag. 867.

[3] Dieses Jahrbuch 1883 II. pag. 173 und 174.

[4] Abhandl. zur geol. Spezialkarte von Elsass-Lothringen. Bd. III Heft 1.

[5] Dieses Jahrbuch 1884 I. pag. 71—73.

noch ein sehr beschränktes, da nur eine geringe Anzahl zuverlässiger, an reinem Material ausgeführter Analysen in Verbindung mit der Bauschanalyse der Gesteine, in welchen sie als Gemengtheile auftreten, bekannt sind.

Die Gesteine, welche der Untersuchung unterzogen wurden, gehören sehr verschiedenen Gesteinsfamilien an. Nach der von H. Rosenbusch empfohlenen Eintheilung der massigen Gesteine[1] waren vertreten:

Granit, Syenit, Eläolithsyenit, Phonolith, Diorit, Diabas, Andesit, Nephelinit, sowie Limburgit und anhangsweise ein sog. Trappgranulit. Dem Habitus der in diesen Gesteinen auftretenden Pyroxene zu Folge lässt sich die Mehrzahl der Gesteine, natürlich ohne Rücksicht auf ihr geologisches Alter, in drei Gruppen ordnen.

Gruppe I. Gesteine mit einem hellen diopsidartigen Pyroxen.

Gruppe II. Gesteine mit einem dunkelgrünen oder braunen, im ersten Falle wenig aber deutlich pleochroitischen Pyroxen; alle sind thonerdereich.

Gruppe III. Gesteine mit ziemlich stark pleochroitischem Pyroxen.

In die erste Gruppe gehören vorwiegend ältere saure Gesteine, speziell den Familien der Granite und wahrscheinlich auch der Diorite angehörend. Es sind besonders die Augit-führenden Granite und die Kersantite, die den hellen diopsidartigen Pyroxen enthalten. Doch findet er sich auch in manchen etwas basischeren Orthoklasgesteinen, die wir als Augitsyenite bezeichnen, wofür im Folgenden ein Beispiel angeführt werden soll.

In die zweite Gruppe reihen sich hauptsächlich Gesteine von mehr basischem Charakter. Es gehören hierher die untersuchten Gesteine: Eläolithsyenit, Leucitophyr mit grünem Pyroxen, Nephelinit und Limburgit mit braunem Pyroxen.

Die dritte Gruppe, mit pleochroitischem Pyroxen, welcher sich bei der Untersuchung als Hypersthen ergab, umfasst nur Plagioklasgesteine: einen Hypersthen-führenden Glimmerdiorit und einen Hypersthenandesit. Dieser Gruppe wurde ein Gestein beigestellt über dessen Entstehungsweise die Ansichten der Geo-

[1] Über das Wesen der körnigen und porphyrischen Structur der Massengesteine. Dieses Jahrbuch 1882 II.

logen noch sehr weit auseinander gehen, der sog. Trappgranulit des sächsischen Granulitgebietes.

Nur der untersuchte Diabas lässt sich, zu Folge der eigenthümlichen Zusammensetzung seines Pyroxen, in keine dieser drei Gruppen einordnen und soll darum gesondert zur Behandlung kommen.

Bevor ich zur petrographischen Beschreibung der Gesteine und der Mittheilung der Analysenresultate übergehe, möge es mir gestattet sein, einiges über den Gang der mechanischen wie chemischen Isolirung der Gemengtheile vorauszuschicken.

Nachdem aus dem gesiebten und geschlämmten Gesteinspulver mittelst der THOULET'schen Lösung und dem HARADA'schen Scheidetrichter alle Gesteinsgemengtheile von kleinerem spezifischem Gewicht als 2,9 circa entfernt waren, wurde das dabei ausgefallene Pulver mit einem schwachen Elektromagneten behandelt. Es gelang so in den meisten Fällen die vorhandenen Eisenerze beinahe vollkommen von den übrigen Gemengtheilen zu trennen. Aus dem vom Elektromagneten nicht angezogenen Theil des Pulvers konnte dann der Pyroxen bei geeigneter Behandlung mit der concentrirten Borwolfram-sauren Cadmiumlösung meistens vollständig von den begleitenden Mineralen wie Hornblende, Glimmer, Erze, Titanit, Apatit und Zirkon getrennt werden.

Bei einzelnen spezifisch sehr schweren Pyroxenen, ich erwähne besonders die Hypersthene und einzelne der sehr alkalireichen Augite, gelang die Isolirung eines reinen Produktes auf diese Weise nicht, und es wurde nothwendig, die von CARL ROHRBACH empfohlene und dargestellte Baryumquecksilberjodidlösung zu benützen[1].

Bezüglich der Verwendbarkeit dieser Lösung möchte ich an dieser Stelle einige Bemerkungen anführen. Schon Herr ROHRBACH machte auf die leichte Zersetzlichkeit der concentrirten Baryumlösung durch Wasser aufmerksam, und doch ist es unumgänglich nöthig zur Reinigung des ausgefallenen Pulvers von anhängender Lösung, es mit Wasser abzuspülen. Durch Zufügen einer kleinen Menge Jodwasserstoffsäure zu dem heissen Waschwasser gelang es wenigstens während des Auswaschens des Pulvers diese Zersetzung beinahe ganz zu verhindern.

[1] Dieses Jahrbuch 1883 II. pag. 186.

Allerdings setzt die so erhaltene verdünnte Lösung beim Erkalten Krystalle von Quecksilberjodid ab, jedoch werden diese beim nachherigen Concentriren wieder gelöst.

Beim Wiedereindampfen der Lösung gelang es nicht sie wieder auf das anfängliche spezifische Gewicht zu bringen, ohne dass sich dabei stets eine grössere Menge eines gelben Salzes ausgeschieden hätte, obwohl bei dieser Arbeit immer noch eine kleine Menge Quecksilberjodid zugesetzt wurde, um das durch die Wasserdämpfe mitgerissene HgJ_2 zu ersetzen.

Endlich scheint die Flüssigkeit sehr geneigt zu sein in einen etwas übersättigten Zustand überzugehen, wo dann nach Zusatz des Mineralpulvers natürlich ein theilweises Auskrystallisiren des Doppelsalzes beginnt, welches die Trennung verhindert.

In diesem Falle erwärmt man am besten die Flüssigkeit im Trennungsapparat vorsichtig, um die ausgeschiedenen Krystalle zu lösen und fügt dann erst eine ganz kleine Menge verdünnter Lösung zu, wodurch ein nochmaliges Auskrystallisiren beim Wiedererkalten verhütet wird.

Die Eigenschaft der concentrirten Lösung leicht Wasser aus der Atmosphäre anzuziehen ist bei der Trennung gleichfalls hinderlich. Durch die Wasseraufnahme verdünnt sich die Lösung an den mit der Luft in Berührung befindlichen Stellen, und es werden dadurch häufig Strömungen in ihr hervorgerufen, welche die Scheidung von Mineralgemengen, deren einzelne Theile nur wenig verschieden im spezifischen Gewicht sind, sehr verzögern können. Vor der Cadmiumlösung hat die Baryumlösung aber immerhin den Vorzug grösserer Leichtflüssigkeit, wesshalb im allgemeinen die Trennung bedeutend rascher vor sich geht, sowie dass ihre Darstellung ohne grosse Schwierigkeit gelingt.

Die zehn Pyroxenanalysen und drei der Gesteinsanalysen wurden von mir im hiesigen mineralogischen Institut unter Leitung von Herrn Prof. Rosenbusch ausgeführt und ich fühle mich gedrungen, an dieser Stelle meinem verehrten Lehrer den herzlichsten Dank auszusprechen für die mannigfache Unterstützung, welche er mir während des Verlaufs dieser Untersuchungen stets hat zu Theil werden lassen.

Die quantitative Bestimmung der Basen geschah nach den

bewährten Bunsen'schen Methoden. Nur die Bestimmung des Fe O wurde nach der von C. Dölter[1] erwähnten Methode ausgeführt. Mangan war qualitativ in allen diesen Pyroxenen nachweisbar, und wurde dort, wo seine Menge als einigermassen reichlich geschätzt wurde, auch quantitativ bestimmt. Als TiO_2 ist in den Analysen der nach Abdampfen der vereinigten SiO_2-Mengen mit reiner H Fl zurückbleibende Rest aufgeführt worden, da dieser bei geeigneter Behandlung mit H_2O_2 immer eine starke Reaktion auf TiO_2 ergab[2]. Die Bauschanalysen des Augitsyenit, Eläolithsyenit und Hypersthenandesit waren die Herren Stahl, Kaleszinsky, Sillib, Mannsfeld und Cahn so freundlich im Laboratorium des Herrn Geheimrath R. Bunsen auszuführen. Ich sage diesen Herren, sowie dem Assistenten Herrn Dr. Pawel meinen verbindlichsten Dank für ihre Unterstützung.

Bei der nun folgenden Besprechung der einzelnen Pyroxen-führenden Gesteine und deren augitischen Gemengtheile wurde, wo eine eingehende Beschreibung in der einschlägigen Literatur bekannt war, der petrographischen Zusammensetzung des Gesteins nur kurz Erwähnung gethan, im übrigen auf jene hingewiesen und allein der Pyroxen eingehend behandelt. Nur bei einzelnen bis jetzt noch wenig bekannten Vorkommnissen oder in Fällen, wo die von mir gefundenen Resultate von denen früherer Untersuchungen abweichen, schien mir eine etwas detaillirtere Beschreibung nothwendig.

Gruppe I.

Zu der Gruppe der Gesteine mit diopsidartigem Pyroxen gehören:

Augitbiotitgranit von Laveline.

Nach H. Rosenbusch[3] bildet dieser Granit unfern der Strasse, die von Markirch nach St. Dié führt, bei Laveline, Dép. des Vosges, einen Gang im Kammgranit der Vogesen; die Eruptionszeit dieses letzteren fällt in die paläozoische Periode. Der gleiche

[1] Tschermak, Min. Mitth. 1877 pag. 281.

[2] Zeitschr. für anal. Chemie 1870 IX. pag. 41.

[3] Zeitschrift d. d. geol. Ges. 1876 pag. 373—375. cf. auch Physiographie der massigen Gesteine pag. 21.

Augit führende Granit tritt in der Nähe bei Frapelle und Neuviller ebenfalls gangförmig auf.

Das durch Orthoklas etwas porphyrartig ausgebildete Gestein von Laveline, von grauer Farbe, besteht aus Orthoklas, Plagioklas, hellgrünem Augit, Magnesiaglimmer und Quarz. Zu diesen wesentlichen Gemengtheilen gesellen sich accessorisch Apatit, Eisenerze und Zirkon. Im polarisirten Licht bei gekreuzten Nikols zeigen die Dünnschliffe an einzelnen Stellen eine granophyrische Verwachsung von Quarz und Feldspath.

Der Augit dieses Gesteins bildet im durchfallenden Licht hellgrüne Individuen, deren Durchschnitte wenigstens in der Säulenzone immer eine krystallographische Umgrenzung nach ∞P (110), $\infty P\bar{\infty}$ (100) und $\infty P\breve{\infty}$ (010) aufweisen. Das Mineral ist deutlich spaltbar nach dem Prisma; eine weniger vollkommene Spaltbarkeit nach den beiden vertikalen Pinakoiden giebt sich durch vereinzelte Spaltrisse kund.

Ein Pleochroismus ist an den Durchschnitten kaum erkennbar. Die Auslöschungsschiefe auf $\infty P\breve{\infty}$ (010) zu den Spaltrissen nach ∞P (110) wurde im Mittel zu 42° gemessen. Mehrfache Zwillingsbildung nach $\infty P\bar{\infty}$ (100) konnte öfters beobachtet werden. Es liegt in diesem Falle meist ein Hauptindividuum vor, in welches bis zu vier Lamellen in Zwillingsstellung eingeschaltet sind.

Spärlich zu beobachtende Einschlüsse bestehen aus dunklem Glimmer und Apatitnadeln. Sehr oft sind mehrere Augitindividuen gruppenartig verbunden. Bei beginnender Zersetzung des Augit, eine sehr häufig vorkommende Erscheinung, tritt Faserung parallel der Verticalaxe ein; bei weiter schreitender Umwandlung wird die Substanz dunklergrün, trübe, indem sich wohl serpentinartige oder auch chloritische Zersetzungsprodukte entwickeln.

In Betreff der Erscheinungsform der übrigen Gemengtheile des Gesteins verweise ich auf die oben citirte Arbeit.

Mit I a wurde die Bauschanalyse des Gesteins von Laveline bezeichnet, die, von Herrn Dr. L. van Werveke ausgeführt, mir durch Herrn Prof. Rosenbusch freundlichst mitgetheilt wurde.

I b ist die Analyse des hellen Augit aus diesem Gestein.

I.

		a.	b.
SiO_2	=	61,93	50,63
Al_2O_3	=	13,18	0,87
Fe_2O_3	=	3,63	3,33
FeO	=	2,31	8,39
MgO	=	4,59	13,01
CaO	=	3,48	21,30
Na_2O	=	2,67	1,02
K_2O	=	6,11	0,50
H_2O	=	1,14	—
TiO_2	=	—	0,79
		99,04	99,84
Sp. G.	=	2,723	3,372

Eine Prüfung auf etwa vorhandenes Wasser wurde an diesem wie an den folgenden Pyroxenen nicht vorgenommen, da das Wasser in diesem Mineral doch wohl nur als eine Folge beginnender Zersetzung, Chlorit- resp. Serpentinbildung, gedeutet werden müsste. Die Pyroxene aber, welche bei der Isolirung erhalten wurden, erschienen bis auf eine einzige Ausnahme ganz frisch, da überhaupt nur möglichst unzersetzte Gesteine zur Untersuchung ausgewählt worden waren.

Bei der Berechnung des eben angeführten Pyroxen aus dem Granit von Laveline stellte sich heraus, dass er wohl H_2O in geringer Menge enthalten müsse, eine Annahme, welche auch durch das mikroskopische Studium bestärkt wird.

Versucht man nämlich die Analyse ohne Herbeiziehung von H_2O zu deuten, so erhält man Resultate, die in keiner Weise mit den Anschauungen von Tschermak und Dölter über die Constitution der Pyroxene in Einklang zu bringen sind.

Bei Annahme von circa 1% H_2O gestaltet sich die Berechnung der Analyse Ib wie folgt.

		Elemente	Quotienten	Atomverhältn.
Si	=	23,63	0,8438	202
Ti	=	0,48	0,0096	—
Al	=	0,46	0,0169	4
Fe^{III}	=	2,33	0,0416	10
Fe^{II}	=	6,53	0,1165	27
Mg	=	7,81	0,3252	78
Ca	=	15,21	0,3803	88
Na	=	0,76	0,0329	10
K	=	0,41	0,0106	—
H	=	0,11	0,1111	24
O	=	42,27	2,6419	624

Es wurden die TiO_2- und K_2O-Mengen dabei durch die äquivalenten Mengen SiO_2 resp. Na_2O ersetzt, was auch bei allen folgenden Berechnungen geschah.

Wenn wir den supponirten H_2O-Gehalt einer beginnenden Serpentinisirung des Pyroxen zuschreiben, und dem entsprechend die zur Bildung von $Mg_3Si_2O_7 + 2aq$ nöthigen Mengen MgO und SiO_2 für die vorhandene H_2O-Menge in Berechnung bringen, so würde sich unter Annahme der früher erwähnten isomorphen Silikate der Pyroxen I b am meisten der folgenden Mischung nähern.

$58\,MgCaSi_2O_6$	$= 56\,\%$
$27\,FeCaSi_2O_6$	$= 26$ „
$10\,Na\,\overset{III}{Fe}\,Si_2O_6$	$= 10$ „
$2\,MgAl_2SiO_6$	$= 2$ „
$6(Mg_3Si_2O_7 + 2aq)$	$= 6$ „

Bei Annahme dieser Mischung würde sich für den Pyroxen die prozentische Zusammensetzung unter B ergeben; daneben habe ich die auf $100\,\%$ reducirte Analyse des Pyroxen I b unter A gestellt, wenn dabei ein ursprünglicher Gehalt von $1\,\%$ H_2O angenommen wird. Zum Vergleich wurden noch drei Pyroxenanalysen beigefügt:

C. Diopsid von Åfvensor in Finnland[1].

D. Diopsid von New Haven, Connecticut[2]. Sp. G. = 3,29.

E. Augit von Loch Scavaig[3]. Sp. G. = 3,32.

	A.	B.	C.	D.	E.
SiO_2 =	50,91	51,87	52,00	53,12	49,27
Al_2O_3 =	0,87	0,87	0,85	1,06	0,22
Fe_2O_3 =	3,31	3,39	—	—	2,17
Fe (Mn) O =	8,35	8,24	13,25	6,61	12,15
MgO =	12,96	13,22	10,15	14,50	14,81
CaO =	21,22	20,17	22,50	23,62	20,26
Na_2O =	1,39	1,32	—	—	—
H_2O =	0,99	0,92	—	0,47	0,72
	100,00	100,00	98,75	99,38	99,98

Wie aus dem Vergleich von A mit B hervorgeht, herrscht eine ziemlich nahe Übereinstimmung zwischen beiden Zahlen-

[1] Rammelsberg, Mineralchemie 1875 pag. 387.

[2] Dana, A system of mineralogy.

[3] Forster Heddle, Trans. of the Roy. Soc. of Edinburgh 1878.

reihen. Es ist nur zu bedauern, dass das isolirte Material nicht mehr hinreichte, um den sehr wahrscheinlich vorhandenen Wassergehalt analytisch zu bestimmen.

Immerhin ergiebt sich aus der angestellten Berechnung, dass der von mir untersuchte Diopsid vorwiegend als aus einem Gemische des Diopsidsilikates $MgCaSi_2O_6$ und des Hedenbergitsilikates $FeCaSi_2O_6$, sowie einer kleinen Menge des Akmitsilikates $Na\overset{III}{F}eSi_2O_6$ bestehend angenommen werden kann. Darnach würde das Mineral in die Reihe der eisenreichen Diopside zu stellen sein.

Augitsyenit von Farrisvand bei Laurvik in Norwegen.

Die mineralogische Zusammensetzung und geologische Verbreitung der Augitsyenite in Norwegen wurde besonders in der letzten Zeit von W. C. Brögger[1] des genauern festgestellt und beschrieben.

Im Allgemeinen ist nach ihm das Gestein jüngern Alters als die Faltung der silurischen und devonischen (?) Formation des südöstlichen Norwegens, wo sein Hauptverbreitungsgebiet liegt.

Die Handstücke des Syenits von obigem Fundorte, die zur Isolirung des Pyroxen und zur Bauschanalyse verwendet wurden, stimmen vollständig mit der Beschreibung Brögger's überein. Das sehr frisch erscheinende Gestein ist ein grobkörniges Gemenge, vorwaltend aus Feldspath, dem sog. Natronorthoklas Brögger's, bestehend; daneben ist sehr selten ein feingestreifter Plagioklas sichtbar. Die andern wesentlichen Gemengtheile sind Pyroxen, stark pleochroitischer Amphibol und dunkler Glimmer; sie treten aber dem Feldspath gegenüber an Menge ganz bedeutend zurück. Mit ihnen finden wir accessorisch titanhaltiges Magneteisen, Apatit, Eläolith, Olivin, Titanit und etwas Zirkon.

Der von Brögger als Diallag beschriebene Pyroxen zeigt sich gewöhnlich in grössern, unregelmässig gelappten Individuen, die im Dünnschliff bräunlich durchsichtig werden. Eine deutliche Spaltbarkeit ist nach ∞P (110) vorhanden, seltener wurde eine solche nach $\infty P\bar{\infty}$ (100) beobachtet. Im Innern enthält er fast

[1] Die silurischen Etagen 2 und 3 im Kristiania-Gebiet und auf Eker. Kristiania 1882.

ausnahmslos die dunklen nadelförmigen Interpositionen. Leider gelang es mir nicht, eine genaue Bestimmung ihrer Orientirung auszuführen. Sie liegen in der Symmetrieebene ihres Wirthes nach zwei Richtungen, die mit einander einen spitzen Winkel von ca. 64° einschliessen, wie ich im Gesteinsdünnschliff bestimmen konnte, und das eine Nadelsystem ist parallel der Vertikalaxe des Pyroxen.

Nach ihrem Verhalten gegen den Elektromagneten dürften diese Interpositionen wohl ziemlich eisenreiche Substanzen sein; denn gewöhnlich wurden bei der Behandlung des Pyroxen mit dem Elektromagneten diejenigen Körner, welche eine reichliche Menge der Nadeln enthielten, viel leichter angezogen als die einschlussfreien.

Der Pyroxen ist nur wenig pleochroitisch; a = gelblichbraun, b = nelkenbraun, c = gelblichbraun, etwas dunkler als a. Die Auslöschungsschiefe konnte auf $\infty P\bar{\infty}$ (010) bis circa 42° gemessen werden. Sein Erhaltungszustand ist ein sehr frischer, doch darf ich nicht unerwähnt lassen, dass es mir nicht gelang, ihn ganz rein zu isoliren.

Da nämlich bei der Trennung der Amphibol gleichzeitig mit dem Pyroxen aus der Lösung ausfiel, so musste die weitere Trennung beider Minerale mit dem Elektromagneten bewerkstelligt werden, von welchem der erstere leichter angezogen wird als der letztere. Aber trotz mehrfacher Wiederholung dieser Operation wollte es nicht gelingen, den Amphibol ganz vollständig aus dem Pyroxenpulver zu entfernen. Aus dem eben Gesagten geht zugleich hervor, dass, da der Amphibol mit dem Pyroxen ausfiel, beide ein nahe gleiches spezifisches Gewicht (3,4) besitzen müssen[1].

Es ist dies eine Thatsache, welche neben den andern Eigenschaften des Amphibol sehr für seinen arfvedsonitischen Charakter spricht.

[1] Zur spezifischen Gewichtsbestimmung wurde das Pyknometer verwendet. Um hiebei die Bildung von Luftblasen, die sich oft so schwer aus feinem Pulver wieder entfernen lassen, möglichst zu verhindern, wurde eine entsprechende Menge desselben erst mit ausgekochtem Wasser innig gemischt, dann erst in das Pyknometer gespült und noch kurze Zeit mit dem Wasser gekocht. Nach der ersten Wägung mit Wasser wurde dieses sodann vorsichtig verdampft und darauf das absolute Gewicht des Pulvers bestimmt.

In der Flamme des Bunsen'schen Brenners, am Platindraht, liess sich der Pyroxen nicht allzu schwierig zu einer schwarzen magnetischen Kugel schmelzen.

Feldspath, Amphibol und Glimmer, sowie die accessorischen Gemengtheile des Augitsyenit zeigen in ihrem Habitus vollkommene Übereinstimmung mit ihrer Beschreibung in der citirten Arbeit Brögger's, so dass ich ganz auf diese verweise. Es möge nur noch auf das accessorisch spärliche Auftreten einzelner braun durchscheinender Körner hingewiesen werden, deren Identificirung mit einem der petrographisch wichtigeren Minerale nicht gelang. Die Vermuthung dürfte jedoch einigermassen berechtigt erscheinen, dass diese Körner einem der Minerale der seltenen Erden angehören, die ja gerade aus diesen Gesteinen bekannt sind.

Die Bauschanalyse des Augitsyenit von Laurvik, die hier unter IIa folgt, ergab sich als Mittel aus den Analysen der Herren Stahl und Mannsfeld, deren einzelne Bestimmungen kaum differiren[1].

IIb ist die zugehörige Pyroxenanalyse, in der leider in Folge eines Missgeschicks die Bestimmung des Fe_2O_3-Gehaltes unterbleiben musste.

		II.	
		a.	b.
SiO_2	=	58,88	50,33
Al_2O_3	=	20,30	0,30
Fe_2O_3	=	3,63	—
(Mn) FeO	=	2,58	12,37
MgO	=	0,79	10,98
CaO	=	3,03	22,01
Na_2O	=	5,73	2,14
K_2O	=	4,50	0,94
H_2O	=	1,01	—
TiO_2	=	—	0,66
P_2O_5	=	0,54	—
		100,99	99,73
Sp. G.	=	2,720	3,401

[1] Etwas erhebliche Differenzen sind nur zwischen den einzelnen Alkalienbestimmungen vorhanden.

Herr Stahl fand $K_2O = 4{,}80\,\%$; $Na_2O = 6{,}46\,\%$

„ Mannsfeld fand $K_2O = 4{,}60\,\%$; $Na_2O = 5{,}73\,\%$

Herr Cahn, der die Kalimenge darauf nochmals bestimmte, fand $K_2O = 4{,}05\,\%$, daraus wurde für K_2O der mittlere Werth $4{,}50\,\%$ berechnet.

Im Gestein wurde auch Cl spurenweise nachgewiesen, im Pyroxen 0,67 % MnO bestimmt, der Einfachheit halber jedoch in der Analyse dem FeO zugerechnet.

Wenn es auch wegen des Fehlens der FeO-Bestimmung nicht wohl möglich ist, eine Berechnung von IIb auszuführen, so erschien es mir doch statthaft, wenigstens einen Versuch zu machen, mit welchem Gemische von Pyroxensilikaten sich die fragliche Analyse möglicher Weise in Einklang bringen liesse.

Wenn wir uns den Gesammtgehalt an Alkalien im Pyroxen an Fe_2O_3 gebunden denken, eine Annahme, die nach allem bisher bekannten am meisten Wahrscheinlichkeit hat, und dem zu Folge eine entsprechende Menge des durch die Analyse gegebenen Eisengehaltes als Fe_2O_3 zur Bildung des Silikates $Na\overset{III}{Fe}Si_2O_6$ in Berechnung ziehen, den Rest als FeO einführen, so liesse sich das folgende Silikatgemische als im Pyroxen IIb muthmasslich vorhanden annehmen:

$$\begin{aligned} 93\,MgCa\,Si_2O_6 &= 60\ \% \\ 30\,FeCa\,Si_2O_6 &= 19{,}5\ \text{„} \\ 30\,Na\overset{III}{Fe}Si_2O_6 &= 19{,}5\ \text{„} \\ 1\,MgAl_2SiO_6 &= 1\ \text{„} \end{aligned}$$

Der Alkaligehalt des Pyroxen könnte aber auch in der Form des basischen Silikates $Na_2\overset{III}{Fe}_2SiO_6$ vorhanden gedacht werden, und wir erhielten so die folgenden Verhältnisszahlen:

$$\begin{aligned} 93\,MgCa\,Si_2O_6 &= 64\ \% \\ 30\,FeCa\,Si_2O_6 &= 21\ \text{„} \\ 15\,Na_2\overset{III}{Fe}_2SiO_6 &= 10\ \text{„} \\ 1\,MgAl_2SiO_6 &= 1\ \text{„} \\ 6\,Ca_2\,Si_2O_6 &= 4\ \text{„} \end{aligned}$$

Wenn man aus diesen Zahlen rückwärts die procentischen Mengenverhältnisse der Oxyde berechnet, so erhält man die unter B beziehungsweise C im Folgenden mitgetheilten Werthe.

Unter A wurde zum Vergleich die auf 100 reducirte Analyse IIb, worin an Stelle der gefundenen 12,37 % FeO die der obigen Annahme entsprechenden Mengen $Fe_2O_3 = 7{,}00\ \%$ und $FeO = 6{,}35\ \%$ vorher eingeführt worden sind, beigesetzt.

		A.	B.	C.
SiO_2	=	50,70	52,14	49,29
Al_2O_3	=	0,30	0,29	0,31
Fe_2O_3	=	6,99	6,79	7,20
FeO	=	6,34	6,11	6,47
MgO	=	10,96	10,64	11,27
CaO	=	21,96	21,40	22,67
Na_2O	=	2,75	2,63	2,79
		100,00	100,00	100,00

Es ist ersichtlich, dass die durch die Analyse gefundenen Werthe A gerade zwischen den berechneten Werthen B und C liegen. Grössere Differenzen von 1,44 % resp. 1,41 % treten nur im SiO_2-Gehalt hervor, gegenüber der thatsächlich vorhandenen Menge.

Die Annahme B hat vielleicht insofern mehr Wahrscheinlichkeit für sich, als wir so nicht genöthigt wären, sowohl das Molecül $Ca_2Si_2O_6$, als auch das hypothetische Silikat $Na_2\overset{III}{Fe}_2SiO_6$ zur Berechnung herbeizuziehen.

Beide Berechnungsarten machen es aber immerhin sehr wahrscheinlich, dass sich auch am Aufbau dieses Pyroxens das Diopsidsilikat $MgCaSi_2O_6$ in ganz hervorragender Menge betheiligt und daneben das Hedenbergitsilikat $FeCaSi_2O_6$ reichlich vorhanden ist, während sich basischere Silikate nur in geringer Menge beigesellten.

Vom Alkaligehalt muss es unter den obwaltenden Verhältnissen vorläufig unentschieden bleiben, in welcher Form, ob als $Na\overset{III}{Fe}Si_2O_6$ oder $Na_2\overset{III}{Fe}_2SiO_6$, er im Pyroxen vorhanden sein mag.

Jedenfalls gehört also dieser Pyroxen zu den Diopsiden; er unterscheidet sich von dem vorher besprochenen granitischen Augit wesentlich nur durch seinen höheren Alkaligehalt, womit vielleicht auch der höhere Eisengehalt, speziell Fe_2O_3-Menge, in Verbindung steht.

Für beide Pyroxene ist der niedere Al_2O_3-Gehalt charakteristisch; obwohl die sie enthaltenden Gesteine beträchtliche Mengen davon enthalten. Im Besondern ist dies für den Pyroxen II auffällig, der nur 0,30 % Al_2O_3 enthält, während die Bauschanalyse des Syenit 20 % davon aufweist.

Deutlich geht übrigens aus dieser Bauschanalyse hervor, welche beträchtliche Na_2O-Menge der Feldspath des Gesteins,

der sog. Natronorthoklas, enthalten muss, denn sie ergiebt mehr Natron als Kali; obschon natronreiche Minerale, wie z. B. Eläolith und Sodalith, in dem analysirten Gesteinsmaterial nur in sehr geringer Menge nachweisbar waren.

Wahrscheinlich sehr nahe verwandt in ihrer Zusammensetzung mit den granitischen Pyroxenen sind, wie ich schon anführte, die Pyroxene der Kersantite, da bei dem mikroskopischen Studium solcher Gesteine die grosse Ähnlichkeit im Habitus wie in der Umwandlung des in ihnen auftretenden Pyroxens mit dem des Granites von Laveline deutlich hervortritt.

Leider eignete sich das mir zugängliche Material solcher Gesteine nicht zu einer genauern chemischen Prüfung.

Die basischeren Minetten enthalten anscheinend schon einen viel thonerdereicheren Pyroxen, wie G. Linck wenigstens für ein Vorkommen in der Minette von Weiler bei Weissenburg nachgewiesen hat[1]. Es ist im Pyroxen dieses Gesteins das Verhältniss der Verbindungen von der allgemeinen Formel $\overset{II}{R}_2Si_2O_6 : \overset{II}{R}\overset{III}{R}_2SiO_6$ nur wie 2,3 : 1 bei einem SiO_2-Gehalt des Gesteins von 52 %, während sich bei dem granitischen Pyroxen dieses Verhältniss rechnungsmässig zu 46 : 1 ergiebt.

Gruppe II.

In die Gruppe der Gesteine mit thonerdereichen Pyroxenen mögen die folgenden Vorkommnisse gestellt werden.

Eläolithsyenit von Barranco do Banho, Caldas de Monchique.

Die geologische Lagerungsform des Eläolithsyenit (Foyait) der Serra Monchique wird von Blum schon erwähnt[2]. Nach Angaben von W. Reiss soll das Gestein Grauwacken und Sandsteine der Devonformation durchbrechen. Später gelang es K. von Seebach[3] nachzuweisen, dass diese für Devon gehaltenen Schichten der Culmformation angehören. Der Eläolithsyenit bildet einen

[1] Abhandlungen zur geol. Spezialkarte von Elsass-Lothringen. Bd. III Heft 1.

[2] Dieses Jahrbuch 1861 pag. 426—434.

[3] Dieses Jahrbuch 1879 pag. 270 und 271.

Stock, der sich in den zwei domförmigen Gipfeln Foya und Picota über die Culmschichten erhebt.

Mit der petrographischen Beschreibung des sehr wechselvoll ausgebildeten Gesteins befasst sich besonders eingehend eine Arbeit von L. van Werveke[1], so dass ich für das Detail der petrographischen Charakteristik auf sie verweisen kann. Nur einige Bemerkungen über das von mir speziell untersuchte Gestein mögen hier noch folgen, da deren Hervorhebung mir für vorliegende Arbeit von einigem Interesse zu sein scheint.

Das im allgemeinen grau aussehende Gestein von körniger durch einzelne Feldspatheinsprenglinge etwas porphyrartiger Structur, zeigt bedeutenden Wechsel der Korngrösse schon im einzelnen Handstück, indem ganz dichte neben grobkörnigen Partien sich vorfinden.

Die Gemengtheile sind grauer Orthoklas, sehr selten etwas Plagioklas, Pyroxen und röthlicher Eläolith. Daneben treten stark pleochroitischer Amphibol, dunkler Glimmer, bläulicher Sodalith, Titanit, Apatit und Eisenerze auf.

Der monokline Pyroxen zeigt im Dünnschliff meist unregelmässige Umgrenzung; selten findet man Durchschnitte, welche krystallographische Formen erkennen lassen. Er ist mit grüner Farbe durchsichtig, hat jedoch häufig im Innern einen hellgrünlichgelben Kern. Spaltbarkeit wurde nur nach ∞P (110) beobachtet. Das Schema für seinen recht deutlichen Pleochroismus ist: c = dunkelgrün, b = olivengrün, a = gelblichgrün. Die Auslöschungsschiefe konnte im Dünnschliff in Schnitten der Prismenzone bis 42° circa gemessen werden; sie ist in den dunkler gefärbten Partien immer etwas kleiner als in den hellen. Eine orientirte Verwachsung mit Amphibol, wobei beide Minerale parallele verticale Axen aufweisen, konnte mehrfach beobachtet werden.

Die beiden Bisilikate zeigen in Farbe und Stärke des Pleochroismus grosse Ähnlichkeit, wesshalb eine Unterscheidung, wo die Spaltbarkeit fehlt, nicht immer leicht ist.

Im Bunsen'schen Brenner ist das Pyroxenpulver nicht sehr schwer schmelzbar.

---

* Dieses Jahrbuch 1880 II. pag. 141—186.

Der stets etwas getrübte Feldspath wurde noch besonders isolirt; an Spaltstücken konnte der Winkel P : M immer sehr nahe zu 90° bestimmt werden, sein spez. Gewicht ist 2,56. Da ferner eine Zwillingsbildung nur selten zu beobachten ist, auch in Schliffen nach einer Fläche normal zu M (010) und P (001) keinerlei Andeutung einer solchen nachzuweisen war, und die optische Orientirung mit der eines monoklinen Feldspathes übereinstimmt, so ist das Mineral entschieden als Orthoklas zu deuten.

Eläolith und Sodalith haben in dem Gestein ein ziemlich frisches Aussehen, das letztere Mineral aber ist dem ersteren gegenüber nur in sehr geringer Menge vorhanden.

Unter IIIa ist die Bauschanalyse des Gesteins von den Caldas de Monchique angeführt, dessen spez. Gewicht an zwei grösseren Brocken durch Schwebenlassen in der Kaliumquecksilberjodidlösung bestimmt worden ist. Es wurden dabei die zwei unten mitgetheilten Zahlen gefunden.

IIIb ist die Analyse des Pyroxens aus dem Gestein.

Die Analyse des Eläolithsyenites wurde von Herrn Kalesziński ausgeführt und ergab auch Spuren von Chlor.

Zum Vergleich sind beigefügt:

IIIc. Eläolithsyenit von S. Vincent.

IIId. Pyroxen aus diesem Eläolithsyenit.

IIIe. Nephelinphonolith von Praya.

IIIf. Pyroxen des Phonoliths von Praya.

Die vier Analysen finden sich in der Dölter'schen Arbeit über die Vulkane der Capverdischen Inseln.

	III.						
	a.	b.	c.	d.	e.	f.	
SiO_2 =	54,61	42,27	55,76	41,08	53,80	43,99	
Al_2O_3 =	22,07	8,67	21,61	9,11	23,59	14,01	
Fe_2O_3 =	2,33	13,93	1,65	17,18	3,57	2,09	Es beträgt
Fe(Mn)O =	2,50	6,24	4,09	15,99	1,88	9,14	für a. das
MgO =	0,88	10,95	0,74	2,29	0,87	10,88	Sp. G. = 2,635
CaO =	2,51	12,32	2,26	6,09	2,26	19,42	und 2,584,
Na_2O =	7,58	3,66	6,94	8,70	9,05	1,09	für b.
K_2O =	5,46	2,12	5,34	—	4,77	—	Sp. G. = 3,473.
H_2O =	1,13	—	3,49	—	1,50	—	
TiO_2 =	0,09	0,92	—	—	—	—	
P_2O_5 =	0,15	—	—	—	—	—	
	99,31	101,08	101,88	100,44	101,29	100,62	

Die Berechnung der Analyse III b ergiebt die folgenden Zahlen:

	Elemente	Quotienten	Atomverh.
Si	= 19,73	0,7045	16
Ti	= 0,56	0,0112	—
Al	= 4,62	0,1687	4
$\overset{III}{Fe}$	= 9,75	0,1742	4
$\overset{II}{Fe}$	= 4,85	0,0867	2
Mg	= 6,57	0,2737	6
Ca	= 8,80	0,2201	6
Na	= 2,71	0,1181	4
K	= 1,76	0,0450	—
O	= 40,65	2,5406	59

Ca : Mg : Fe
0,220 : 0,274 : 0,087
oder Ca < Mg + Fe.

Aus obigen Atomverhältnissen lassen sich die folgenden Molecüle ableiten:

$4\,MgCaSi_2O_6 = 40\,\%$
$2\,FeCaSi_2O_6 = 20\,$ „
$2\,MgAl_2SiO_6 = 20\,$ „
$2\,Na_2\overset{III}{Fe}_2SiO_6 = 20\,$ „

Die Rückrechnung dieser Mengenverhältnisse auf die procentische Zusammensetzung der Oxyde folgt unter B, und A ist die auf 100 reducirte Analyse III b.

	A.	B.
SiO_2 =	42,90	41,21
Al_2O_3 =	8,66	8,83
Fe_2O_3 =	13,91	13,74
FeO =	6,23	6,18
MgO =	10,94	10,30
CaO =	12,31	14,42
Na_2O =	5,05	5,32
	100,00	100,00

Ausser im CaO weniger im SiO_2-Gehalt sind nur unwesentliche Abweichungen zwischen beiden Zahlenreihen vorhanden; es wurde übrigens auch versucht das Na_2O unter Annahme des Molecüls $Na\overset{III}{Fe}Si_2O_6$ einzuführen; man erhält aber auf diese Art viel weniger übereinstimmende Resultate.

Zwischen den Analysen des Gesteins III a und des Pyroxens III b herrscht insofern Übereinstimmung, als dem hohen Thonerde- und Alkaligehalt des einen ein bedeutender Gehalt des an-

dern an denselben Basen entspricht; ein Gleiches gilt wie ersichtlich für den Fe_2O_3-Gehalt in keiner Weise. Von den zum Vergleich angeführten Analysen stimmt besonders die des Eläolithsyenit von St. Vincent sehr nahe mit IIIa überein, man sollte desshalb a priori eine ziemliche Übereinstimmung ihrer Pyroxene erwarten. Es trifft das aber nur für den Gehalt an SiO_2 und Al_2O_3 zu. Weder in dem gegenseitigen Verhältniss der Sesquioxyde zu den Monoxyden, noch auch in den relativen Mengen des CaO, MgO und FeO einerseits, von FeO und Fe_2O_3 andererseits und dieser zu den alkalischen Erden lässt sich eine Übereinstimmung zwischen den Pyroxenen dieser beiden fast identischen Gesteine auffinden. Gleiches gilt auch für die Alkalien. Für beide Augite sei noch hervorgehoben, dass $Ca < Mg + Fe$ ist.

Der weitere Vergleich mit einem tertiären Vertreter dieser Gesteinsfamilie, dem Nephelinphonolith von Praya, führt zu demselben Resultat. Die Bauschanalyse stimmt gleichfalls recht nahe mit der Analyse IIIa; die entsprechenden Pyroxenanalysen aber ergeben bedeutende Unterschiede. Ganz verschieden erscheint in beiden Pyroxenen das Mengenverhältniss zwischen Al_2O_3 und Fe_2O_3. Beim Pyroxen von Praya ist $Ca = Mg + Fe$ und der Alkaligehalt ist bedeutend kleiner als derjenige im Pyroxen der Foya, obwohl in den entsprechenden Gesteinen letzteres Verhältniss eher ein umgekehrtes ist.

Recht deutlich treten diese Verschiedenheiten auch hervor aus der Berechnung des Pyroxens von Praya.

Nach C. Dölter[1] bestände er aus dem folgenden Silikatgemisch:

$$\begin{aligned} 21\,CaMgSi_2O_6 &= 62\,\% \\ 2\,CaFeSi_2O_6 &= 6\,\text{„} \\ 8\,FeAl_2SiO_6 &= 23\,\text{„} \\ 2\,CaAl_2SiO_6 &= 6\,\text{„} \\ 1\,Na_2\overset{III}{Fe}_2SiO_6 &= 3\,\text{„} \end{aligned}$$

Nimmt man den Kalkgehalt als in dem Silikat $Ca_2Si_2O_6$ vorhanden an, so liesse sich die Zusammensetzung auch deuten:

$$\begin{aligned} 11\,MgCaSi_2O_6 &= 32\,\% \\ 10\,FeCaSi_2O_6 &= 29\,\text{„} \\ 10\,MgAl_2SiO_6 &= 29\,\text{„} \\ 2{,}5\,Ca_2Si_2O_6 &= 7\,\text{„} \\ 1\,Na_2\overset{III}{Fe}_2SiO_6 &= 3\,\text{„} \end{aligned}$$

* Tschermak, Min. u. petr. Mitth. 1883 pag. 224—233.

Darnach ist hier das Verhältniss von $R_2Si_2O_6$: $R\overset{III}{R}_2SiO_6$ wie 2,125 : 1, während es sich für den Pyroxen der Serra Monchique wie 1,5 : 1 ergibt.

Allen drei Pyroxenen gemeinsam ist die grüne Farbe, der niedere SiO_2-Gehalt von 41—44 % und der hohe zwischen 9 und 14 % schwankende Al_2O_3-Gehalt; sehr abweichend sind die Mengenverhältnisse, in denen Fe_2O_3 und die Monoxyde an ihrer Zusammensetzung theilnehmen.

Zur Erklärung der hervorgehobenen Abweichungen in der Zusammensetzung dieser Pyroxene gegenüber der Ähnlichkeit der entsprechenden Gesteine drängt sich uns die schon in der Einleitung aufgestellte Annahme auf, dass die bei der Entstehung der Gesteine herrschenden physikalischen Bedingungen einen Einfluss auf die Constitution der auskrystallisirenden Gemengtheile ausübten, der sich in den vorliegenden Fällen in verschiedener Weise geltend machte.

Leucitophyr von Rieden.

Die Handstücke des Leucitophyr, welche zur folgenden Untersuchung dienten, stammen von einem Vorkommen, das G. vom Rath[1] und von Dechen[2] als ein wahrscheinlich gangförmiges von 3—4 Fuss Mächtigkeit erwähnen, welches an dem Feldweg von Rieden nach Weibern ziemlich hoch am Abhang in h $3\frac{1}{2}$ streichend die horizontalen Tuffschichten durchschneidet.

Das Gestein stimmt in seiner Structur und mineralogischen Zusammensetzung vollständig überein mit der Beschreibung, die vom Rath am oben citirten Ort vom Leucitophyr vom Selberg bei Rieden giebt. Es wurde desshalb auch unbedenklich die von ihm gegebene Bauschanalyse zur vorliegenden Arbeit herbeigezogen. Mit der mikroskopischen Structur des Gesteins und seiner Gemengtheile beschäftigt sich F. Zirkel[3] eingehend, so dass ich mich einer detaillirten Beschreibung mit Ausnahme des pyroxenischen Gemengtheils enthalten werde.

Der grau gefärbte Leucitophyr zeigt eine regellos körnige Structur, die durch reichlich vorhandene Einsprenglinge porphyrisch ist. Neben einzelnen grössern Sanidinkrystallen finden wir

[1] Zeitschrift d. d. geol. Ges. XVI. pag. 73—113.

[2] Geogn. Beschr. d. Laacher Sees etc. Bonn 1863.

[3] Zeitschrift d. d. geol. Ges. XX. pag. 122—136.

Leucit in reichlicher Menge, dann Nosean und Pyroxen, manchmal auch Eisenerze, sowie einzelne grössere Glimmerblättchen als Einsprenglinge. Dazwischen drängt sich die weisslich graue relativ spärlich vorhandene Grundmasse, welche vorwiegend aus Nephelin und Leucit, daneben aus Pyroxen besteht. Accessorisch tritt weissgelber Titanit, Apatit und wenig Magneteisen auf.

Der Pyroxen zeigt unter dem Mikroskop grüne Farbe, enthält häufig einen helleren, gelben oder hellnelkenbraunen Kern, und lässt oft deutlich zonaren Aufbau erkennen. Häufig hat er, besonders in der Säulenzone, eine krystallographische Umgrenzung und deutliche Spaltbarkeit nach ∞P (110). Sein Pleochroismus ist ziemlich stark, c = grün, b = olivengrün, a = gelbgrün bis hellbraun. Die Auslöschungsschiefe gegen die Spaltbarkeit wurde bis 45° in den Schnitten der Prismenzone in Gesteinsschliffen gemessen. Das Aussehen des Minerals ist ganz frisch; es enthält Einschlüsse besonders von Erzen und Apatit in reichlicher Menge. Einzelne blaue isotrop erscheinende Körner gehören wohl dem ganz frischen Nosean an. Damit soll jedoch nicht die Behauptung aufgestellt werden, als befänden sich die grösseren im Gestein vorhandenen Noseane, die im Dünnschliff meist graulich weiss, ganz selten bläulich durchscheinend werden, im allgemeinen in einem weniger frischen Erhaltungszustande. Die dunkle Farbe dieser Durchschnitte, die besonders am Rande häufig sehr intensiv ist, rührt in der Hauptsache von einer localen Anhäufung der Interpositionen her, welche letzteren wohl vorwiegend primärem Eisenglanz angehören.

Amphibol, der manchmal als in diesem Gestein auftretend erwähnt wird, konnte nicht nachgewiesen werden. Auch nach den Resultaten der Isolirung der Gemengtheile mit Cadmiumlösung liegen keine Andeutungen vor, die auf das Vorhandensein von Amphibol in diesem Leucitophyr schliessen liessen.

Es folgt unter IV a die Analyse des Leucitophyr vom Selberg. Ich möchte nicht unterlassen hier anzuführen, dass, wie vom Rath mittheilt, das Magneteisen vor der Analyse aus dem Gesteinspulver ausgezogen und die Analyse nach Abzug von 2,50% $CaCO_3$ auf 100% berechnet wurde.

Unter IV b ist die Analyse des Pyroxen aus dem anfangs erwähnten Vorkommen aufgeführt.

IV.

		a.	b.
SiO_2	=	48,80	45,80
Al_2O_3	=	16,83	2,80
Fe_2O_3	=	—	11,11
Fe (Mn) O	=	6,60	7,68[1]
Mg O	=	1,24	6,63
Ca O	=	6,50	20,06
Na_2O	=	9,52	2,88
K_2O	=	6,59	1,00
H_2O	=	1,96	—
TiO_2	=	—	0,52
SO_3	=	1,70	—
Cl	=	0,26	—
		100,00	98,21
Sp. G.	=	2,605	3,489

Aus der Analyse IV b berechnen sich die folgenden Zahlen:

		Elemente	Quotienten	Atomverh.
Si	=	21,37	0,7633	57
Ti	=	0,32	0,0064	—
Al	=	1,49	0,0545	4
$\overset{III}{Fe}$	=	7,78	0,1389	10
$\overset{II}{Fe}$	=	5,97	0,1067	8
Mg	=	3,98	0,1657	12
Ca	=	14,33	0,3582	26
Na	=	2,14	0,0929	7
K	=	0,83	0,0212	—
O	=	41,79	2,6119	192

Ca : Mg : Fe
0,358 : 0,166 : 0107
oder Ca > Mg + Fe

Diesem Atomverhältnisse entsprechen die folgenden Mengen von Pyroxensilikaten am nächsten:

$8\,Mg\,Ca\,Si_2O_6$ = 26 %
$8\,Fe\,Ca\,Si_2O_6$ = 26 „
$6\,Na\,\overset{III}{Fe}\,Si_2O_6$ = 19 „
$2\,Mg\,Al_2\,Si\,O_6$ = 6,5 „
$2\,Mg\,\overset{III}{Fe}_2\,Si\,O_6$ = 6,5 „
$5\,Ca_2\quad Si_2O_6$ = 16 „

[1] Ein Gehalt von 0,27 % Mn O ist beigerechnet.

Die Rückrechnung würde B. als procentische Zusammensetzung eines so constituirten Pyroxen ergeben; A. ist die auf 100 reducirte Pyroxenanalyse IV b.

		A.	B.
SiO_2	=	47,12	48,44
Al_2O_3	=	2,86	2,86
F_2O_3	=	11,34	11,14
FeO	=	7,84	8,02
MgO	=	6,76	6,68
CaO	=	20,47	20,27
Na_2O	=	3,61	2,59
		100,00	100,00

Am wenigsten Übereinstimmung zwischen der thatsächlich erhaltenen und der berechneten Zusammensetzung des Augits herrscht im Natrongehalt; ich möchte darauf aber kein allzu grosses Gewicht legen, da sehr wahrscheinlich bei der analytischen Bestimmung der Alkaliengehalt etwas zu hoch ausgefallen ist.

Alle anderen Zahlen der beiden Reihen kommen sich recht nahe.

Darnach würden in diesem Pyroxen neben dem Diopsid- und Hedenbergitsilikat, wie wir dies schon beim Pyroxen des Eläolithsyenit sahen, besonders Silikate von der Zusammensetzung $R\overset{III}{R}_2SiO_6$ in ziemlich reichlicher Menge auftreten, gleich wie auch ein natronhaltiges Silikat in bedeutender Menge anzunehmen wäre.

Da ausserdem der Ca-Gehalt in dem Pyroxen grösser ist als die Summe von Fe und Mg, so war es unmöglich, die ganze CaO-Menge auf die Silikate $MgCaSi_2O_6$ und $FeCaSi_2O_6$ zu vertheilen; darum wurde der Rest des CaO unter Annahme des Silikates $Ca_2Si_2O_6$ in Berechnung gebracht. Weitere Untersuchungen müssen darüber Gewissheit verschaffen, ob diese Annahme die richtige ist, oder ob an Stelle des Wollastonitmolecüls etwa ein Kalkthonerdesilikat anzunehmen wäre, wie solches Dölter eher zu thun geneigt ist. Ein Vergleich der Analysen IV a und IV b ergiebt recht wenig Beziehungen zwischen den relativen Oxydmengen, besonders wenn wir dazu noch die zwei Analysen III a und III b herbeiziehen. So ist der SiO_2-Gehalt des Eläolithsyenit grösser als der des Leucitophyr, das umgekehrte Verhältniss findet sich aber bei den entsprechenden Pyroxenen. Ein solcher Unterschied stellt sich auch für den Alkaliengehalt heraus. Wesentlich verschieden von dem Augit des Eläo-

lithsyenit ist der Augit des Leucitophyr durch seinen viel kleineren Al_2O_3-Gehalt und höheren Ca O-Gehalt. In diesem letzteren Punkt hat er Ähnlichkeit mit dem Pyroxen von Praya und dem braunen Pyroxen des Nephelinit von Löbau, zu dessen Besprechung ich mich nun wende.

Nephelinit von Löbau in Sachsen.

Nach den mir zugänglichen Arbeiten über den sog. Nephelindolerit vom Löbauerberg in der Oberlausitz wurde das Vorkommen zuerst von T. E. Gumprecht[1] im Jahre 1836 bekannt gemacht. Das Gestein ist nach ihm aus Nephelin, Augit und Magneteisen zusammengesetzt und seine Structur ist krystallinisch körnig.

Am eingehendsten beschäftigt sich aber die Arbeit von O. Schneider[2] mit diesem Vorkommniss. Nach Schneider tritt der Dolerit in mehreren Varietäten am Löbauerberge auf. Die Verschiedenheiten entstehen durch sehr wechselnde Betheiligung der genannten Gemengtheile am Aufbau des Gesteins. Das Eisenerz soll vorwaltend Titaneisen sein. Drusenräume, in denen die Gesteinsgemengtheile und Zeolithe auskrystallisirt sind, finden sich nur an wenigen Stellen des Berges.

In Betreff der Lagerungsverhältnisse, die Schneider sehr detaillirt beschreibt, möge hier angeführt werden, dass der Nephelinit, welcher den bei weitem grössten Theil des Löbauerberges zusammensetzt, auf Granit gelagert ist, der vielorts am Fusse des Berges zu Tage tritt. Nur am Südwestabhang wird der Dolerit von jüngerem Nephelinbasalt durchbrochen, der öfters an der Gesteinsgrenze Bruchstücke des Dolerit eingeschlossen enthalten soll. Übergänge zwischen beiden Gesteinen wurden nirgends constatirt.

Das mir zur Untersuchung vorliegende Material hat dunkle Farbe, ist ganz frei von Hohlräumen, und die drei anfangs erwähnten Gemengtheile sind darin leicht mit blossem Auge erkennbar.

Ausserdem zeigen sich vielorts zwischen jenen rothbraune Flecke, welche nach dem Ergebniss der mikroskopischen Unter-

[1] Pogg. Annal. XXXXII. 1837 pag. 174.

[2] Abh. naturf. Gesellsch. zu Görlitz. Bd. 13 pag. 1—68.

suchung durch theilweise Zersetzung einer spärlich vorhandenen Zwischenklemmungsmasse entstanden sind. Der von G. Rose[1] als in diesem Gestein auftretend erwähnte Olivin war im Dünnschliff des grobkörnigen Dolerit nirgends zu entdecken; er muss wohl nur in sehr kleiner Menge vorhanden sein, denn auch bei der mechanischen Trennung des Gesteins fielen mit den Erzen nur ganz wenige Olivinkörner aus. In dem feinkörnigen Basalt ist dagegen dieses Mineral reichlich und in grösseren Einsprenglingen zu beobachten.

F. Zirkel[2] besonders, dann auch H. Möhl[3] haben das Gestein mikroskopisch untersucht. Ich führe über die mikroskopische Zusammensetzung und Structur das Folgende hier an.

Der Pyroxen, neben Nephelin wesentlicher Gemengtheil des Gesteins, erscheint in grössern im Dünnschliff nelkenbraun durchsichtigen Individuen. Eine deutliche Spaltbarkeit ist nach ∞P (110) vorhanden, auch Zwillingsbildung nach $\infty P\bar{\infty}$ (100) wurde mehrfach beobachtet. Der Pleochroismus ist recht schwach, c = nelkenbraun, wenig von b verschieden, das etwas heller erscheint, a gelblichbraun. Die Auslöschungsschiefe konnte auf $\infty P\bar{\infty}$ (010) gegen die Spaltbarkeit nach ∞P (110) zu circa 42^0 gemessen werden. Oft zeigen die Durchschnitte einen hellern Kern umgeben von einer äussern dunkler gefärbten Zone, wie auch die in jüngern Pyroxengesteinen so häufig erwähnten eigenthümlich sanduhrförmigen Zeichnungen, eine Wachsthumserscheinung, an diesem Pyroxen zu beobachten sind. Ausser den nicht reichlich vorhandenen Einschlüssen von Apatit und Eisenerzen erblickt man an einzelnen Stellen Einlagerungen von gelblich trüber Farbe und unregelmässiger Umgrenzung. Diese lassen meist keine Wirkung auf polarisirtes Licht erkennen und sind wohl Reste einer amorphen Gesteinsbasis.

Für die Charakteristik des Nephelin sowie der accessorischen Gemengtheile, des oft reichlich vorhandenen Apatit und der Eisenerze, verweise ich auf die Arbeit von Zirkel, und möchte hier nur noch einiges über die Grundmasse anführen.

---

[1] Zeitschrift d. d. geol. Ges. XX. 1868 pag. 231–233.

[2] Basaltgesteine. Bonn 1870. — Mikroskop. Beschaff. d. Mineralien etc. 1873 pag. 448.

[3] Nova acta, Leop.-Carol. Acad. 1873 XXXVI. 4.

In geringer Menge betheiligt sich eine bräunlich gelb durchscheinende Grundmasse am Aufbau des sonst ganz gleichmässig körnig ausgebildeten Gesteins. Sie findet sich immer spärlich zwischen Pyroxen und Nephelin eingeklemmt. Nur in seltenen Fällen aber, so wenn, wie oben erwähnt, im Pyroxen eingeschlossen, ist sie optisch inaktiv; im allgemeinen ist sie durch Zersetzung unter Bildung von Eisenoxydhydrat und Zeolithen regellos faserig geworden und wirkt auf das polarisirte Licht. Ausser den Zeolithmineralen, die an einzelnen Stellen in grösseren stängligen Individuen und radialstrahligen Aggregaten zur Ausbildung gelangt sind, lassen sich aber in dieser Basis häufig glasig durchsichtige, oft gebogene und büschelförmig angeordnete Lamellen nachweisen, die entschieden weder dem Nephelin noch den Zeolithen oder dem Apatit angehören. Nach längerem Behandeln der Zwischendrängungsmasse mit Salpetersäure, wie auch mit Salzsäure, wodurch die oben genannten Minerale rasch zersetzt resp. gelöst wurden, erlitten die beschriebenen Lamellen keinerlei erkennbare Veränderungen. Bei aufmerksamer Prüfung im polarisirten Licht bei gekreuzten Nikols konnte ferner an einzelnen der Gebilde eine Zwillingsstreifung beobachtet werden. Es sind dieses alles Merkmale, welche auf ein Feldspathmineral hindeuten. Die Annahme der Bildung eines solchen in dem übriggebliebenen Gesteinsresiduum gewinnt durch die bekannte Thatsache, dass die aus einem Magma nach einander auskrystallisirten Minerale häufig eine um so höhere Accidität aufweisen, je später sie während der Entstehung des Gesteins sich bildeten, sehr an Wahrscheinlichkeit. Nachdem in dem Nephelinitmagma die mehr basischen Gemengtheile Pyroxen und Nephelin nach den Erzen und dem Apatit auskrystallisirt waren, konnten wohl die nöthigen Bedingungen vorhanden sein, welche die Entstehung einer letzten Generation von Feldspath in dem Gesteinsresiduum erklärlich erscheinen lassen.

Die folgende Bauschanalyse V a stammt von Heidepriem[1] und enthält ausser den angeführten Oxyden noch 0,03 % Cl und 0,13 % Fl. Die als FeO aufgeführte Zahl bezieht sich nur auf MnO; das Fe wurde nur als Fe_2O_3 bestimmt. V b ist die Pyroxenanalyse aus dem Nephelinit.

[1] Zeitschrift d. d. geol. Ges. II. pag. 149.

Zum Vergleich ist unter Vc der Nephelinit von Meiches im Vogelsgebirge aufgeführt [1].

Vd ist die Zusammensetzung des darin enthaltenen Pyroxen.

V.

	a.	b.	c.	d.
SiO_2 =	42,12	45,18	43,89	48,15
Al_2O_3 =	14,35	8,48	19,25	9,86
Fe_2O_3 =	13,12	6,21	13,33	—
Fe (Mn) O =	0,18	5,75	—	10,00
Mg O =	6,14	11,63	2,81	9,28
Ca O =	13,00	23,26	10,58	22,55
Na_2O =	4,11	1,20	9,13	0,69
K_2O =	2,18	Spur	1,73	0,44
H_2O =	3,42	—	—	—
TiO_2 =	0,54	0,79	1,24	1,10
P_2O_5 =	1,65	—	1,39	—
	100,81	102,50	103,35	102,07
Sp. G. =	2,888	3,425		

Daraus berechnet sich für Vb:

	Elemente	Quotienten	Atomverh.
Si =	21,08	0,7530	40
Ti =	0,48	0,0096	—
Al =	4,52	0,1650	8
^{III}Fe =	4,35	0,0776	4
^{II}Fe =	4,47	0,0799	4
Mg =	6,98	0,2907	15
Ca =	16,61	0,4153	20
Na =	0,89	0,0387	2
O =	40,62	2,5388	131

Ca : Mg : Fe.

0,415 : 0,291 : 0,080

oder Ca > Mg + Fe

Am nächsten würde diesen Atomverhältnissen die folgende Zusammensetzung eines Pyroxen entsprechen.

10 Mg Ca Si_2O_6 = 44 %
4 Fe Ca Si_2O_6 = 17,5 „
4 Mg Al_2 Si O_6 = 17,5 „
1 Mg $^{III}Fe_2$ Si O_6 = 4 „
1 Na_2 $^{III}Fe_2$ Si O_6 = 4 „
3 Ca_2 Si_2O_6 = 13 „

[1] A. Knop, dieses Jahrbuch 1865 pag. 674–710.

Zum Vergleich sind die daraus berechneten procentischen Mengenverhältnisse der Oxyde B neben die auf 100 reducirte Pyroxenanalyse Vb unter A gestellt worden.

SiO_2	=	44,74	46,14
Al_2O_3	=	8,29	7,91
Fe_2O_3	=	6,07	6,15
FeO	=	5,62	5,54
MgO	=	11,37	11,53
CaO	=	22,74	21,54
Na_2O	=	1,17	1,19
		100,00	100,00

Nur im SiO_2- und CaO-Gehalt ist zwischen den beiden Zahlenreihen eine etwas grössere Differenz vorhanden, da zur Berechnung der SiO_2-Gehalt etwas grösser, der CaO-Gehalt etwas kleiner angenommen wurde; zwischen allen andern Zahlen herrscht nahe Übereinstimmung.

In Folge des Verhältnisses von Ca : Mg : Fe musste zur Berechnung das Molecül $Ca_2Si_2O_6$ eingeführt werden, wie solches schon beim Pyroxen des Leucitophyr nöthig war. Man erkennt ferner aus der Berechnung, dass in diesem Pyroxen die Molecüle von der allgemeinen Zusammensetzung $R\overset{III}{R}_2SiO_6$ neben solchen, die nach der Formel $R_2Si_2O_6$ zusammengesetzt sind, viel mehr hervortreten als in dem zuvor beschriebenen aus dem Leucitophyr. Von den beiden grünen Pyroxenen dieser Gruppe unterscheidet er sich noch ganz besonders durch seinen viel kleinern Alkaliengehalt; dies findet aber seine Erklärung einigermassen in dem kleineren Alkaliengehalt des Nephelinit gegenüber dem des Leucitophyr und Eläolithsyenit. Es sei ferner hervorgehoben, dass dem bedeutenden CaO- und MgO-Gehalt des Pyroxen Vb auch eine beträchtliche Menge dieser Basen im betreffenden Gestein entspricht. Endlich scheint sich in diesem Falle die Beziehung geltend zu machen, dass der Verminderung des SiO_2-Gehaltes im Gestein eine Vermehrung der Sesquioxyde, somit eine stärkere Betheiligung basischer Silikate im Pyroxen entspricht.

Ganz ähnliche Verhältnisse würde wohl eine Berechnung des zum Vergleich beigefügten Pyroxen' aus dem Nephelinit von Meiches ergeben; sie ist aber in Folge des Fehlens einer FeO-Bestimmung nicht ausführbar. Da gewiss ein Theil des Eisens

als Oxyd vorhanden war, so findet auch hier das Verhältniss statt Ca > Mg + Fe, das auf die Betheiligung eines sehr kalkreichen Silikates in diesem Pyroxen hinweist. Eine nur geringe Übereinstimmung herrscht zwischen den zwei Gesteinsanalysen. Endlich sei noch auf den auffällig grossen Unterschied in den Mengenverhältnissen der Alkalien im Gestein von Meiches und seinem Pyroxen hingewiesen; solches ist auch für den Kalkgehalt hervorzuheben.

Limburgit von der Limburg bei Sasbach am Kaiserstuhl.

Das Untersuchungsmaterial stammt von den Hügeln von Sasbach aus den Steinbrüchen nördlich der Ruine Limburg. Dort lagert das oft in hohem Grade zersetzte Gestein auf vulkanischen Tuffen. Äusserlich zeigt es in den häufigsten Fällen eine starke gelbbraune bis ziegelroth gefärbte Verwitterungskruste; erst beim Zerschlagen der Blöcke kommt das im Innern noch frische Gestein von braunschwarzer Farbe zum Vorschein. Seine Structur ist eine porphyrische; die reichlich vorhandenen Hohlräume erweisen sich häufig als mit Carbonaten und Zeolithen ausgefüllt.

Nach H. Rosenbusch[1], der sich eingehend über die makroskopische und mikroskopische Structur und Zusammensetzung des Gesteins verbreitet hat, besteht es aus einer schwarzbraunen, nur im Dünnschliff gelblichroth durchscheinenden amorphen Grundmasse, in welcher grosse Einsprenglinge von Augit, daneben in kleinern Individuen und geringerer Menge Hyalosiderit eingebettet liegen. Ausserdem betheiligt sich ein opakes Eisenerz accessorisch aber nicht reichlich am Aufbau des Gesteins; es ist jedoch nie makroskopisch erkennbar. Ebenso konnten auch einzelne Apatitnadeln als accessorische Gemengtheile nachgewiesen werden. Der monokline Pyroxen, stets tafelförmig ausgebildet nach $\infty P\bar{\infty}$ (100), zeigt vollkommen entwickelte Krystallform, ausser ∞P (110) ein schmales $\infty P\dot{\infty}$ (010) und die Pyramide P ($\bar{1}11$) nach Naumann's Stellung. Zwillingsbildungen nach dem Orthopinakoid sind häufig, viel häufiger aber sind knäuelartige Verwachsungen mehrerer Individuen zu beobachten. Auffallend ist die Erscheinung, dass an den Krystallen so oft $\infty P\bar{\infty}$ (100) sattelförmig gebogen ist.

[1] Dieses Jahrbuch 1872 pag. 35 und 135.

Im Gesteinsdünnschliff wird der Pyroxen graulich braun durchsichtig und zeigt Spaltbarkeit nach ∞P (110). Orientirte Schliffe des Minerals nach den zwei vertikalen Pinakoiden ergaben den folgenden Pleochroismus: c = bräunlichgrau, b und a mehr gelblichgrau, wenig von einander verschieden. Besonders auf ∞P∞ (010) ist der Pleochroismus sehr schwach. An dem Schliff parallel ∞P∞ (100) im convergent polarisirten Licht erkennt man, dass eine optische Axe beinahe normal zu dieser Fläche steht. Die Auslöschungsschiefe auf ∞P∞ (010) zur Prismenkante wurde zu 36—37° bestimmt. Sehr oft zeigt der Pyroxen einen zonaren Aufbau, indem eine grosse Anzahl heller und dunkler gefärbter Zonen abwechseln, so dass manche Durchschnitte ganz gestreift erscheinen. Auch andere bei solchen basaltischen Augiten erwähnte Wachsthumserscheinungen sind an ihm mehrfach zu beobachten.

An Einschlüssen ist der Pyroxen nicht reich, ausser dem opaken Eisenerz, das manchmal quadratische Durchschnitte zeigt, finden sich Fetzen der braunroth durchscheinenden Basis. Im allgemeinen sind letztere ganz regellos im Augit vertheilt, doch konnte an einigen Durchschnitten, welche reichlichere Mengen desselben umschlossen, eine zonare Anordnung dieser Glaspartikel beobachtet werden. Ausserdem findet sich der Pyroxen noch in Mikrolithenform in der Grundmasse. Bemerkenswerth ist die Menge der die Grundmasse durchziehenden Risse, welche die leichte Zersetzbarkeit des Gesteins durch die Tagewässer so sehr begünstigen. In der Mehrzahl verlaufen diese Sprünge unregelmässig, nicht zu selten aber sind sie concentrisch zwiebelschalenartig angeordnet und weisen so auf eine perlitische Absonderung der Glasbasis hin.

Die Bauschanalyse VIa des Gesteins von der Limburg ist der oben citirten Arbeit entnommen; leider fehlt eine FeO-Bestimmung. VIb ist die Analyse seines Pyroxens. Zum Vergleich ist unter VIc ein Limburgit von Pedra Molar auf S. Antao[1], unter VId die Analyse des Pyroxens aus dem Gestein beigesetzt.

[1] Beide Analysen finden sich in C. Dölter, Cap Verden etc. pag. 137.

VI.

		a.	b.	c.	d.
SiO_2	=	42,78	44,65	41,12	46,94
Al_2O_3	=	8,66	6,62	10,17	5,67
Fe_2O_3	=	—	5,02	2,60	6,18
Fe (Mn) O	=	18,92	3,87	9,82	5,43
Mg O	=	10,06	14,76	13,34	14,18
Ca O	=	12,29	20,32	14,90	17,83
Na_2O	=	2,30	1,29	6,61	1,83
K_2O	=	0,62	0,49	2,27	—
H_2O	=	3,95	—	0,67	—
TiO_2	=	0,28	2,93	—	—
		99,86	99,95	101,50	98,06

H. Rosenbusch hat das spez. Gewicht des Gesteins zu 2,829 bestimmt; das spez. Gewicht des Pyroxens VIb ist nach meinen Bestimmungen 3,411.

Zur Analyse VIb wurden die aus dem Gestein ausgeklaubten Pyroxene verwendet, nachdem sie vorher sorgfältig nochmals mit der Cadmiumlösung von etwaigen Verunreinigungen getrennt worden waren. Da die in der Arbeit von Rosenbusch angeführten Augitanalysen einen hohen P_2O_5-Gehalt verzeichnen, so wurde auch das vorliegende Material auf diese Säure geprüft, ergab aber ein ganz negatives Resultat. Es ist darum wohl möglich, dass der P_2O_5-Gehalt jener Analysen von im Augit eingewachsenem Apatit herrührte.

Auffallend ist der hohe TiO_2-Gehalt von beinahe 3% im Augit VIb, doch schliesst er sich darin nur an ähnliche Vorkommnisse von Oberbergen in Kaiserstuhl an, in denen A. Knop sogar bis zu 3,6% TiO_2 nachgewiesen hat. Sicherlich kann er in meiner Analyse nicht durch eine Verunreinigung mit titanhaltigem Magneteisen bedingt worden sein, denn das zur Analyse verwendete Augitpulver erwies sich unter dem Mikroskop als ganz frei von Beimengungen.

Es berechnen sich für den Pyroxen VIb die folgenden Verhältnisszahlen.

		Elemente	Quotienten	Atomverh.
Si	=	20,84	0,7442	59
Ti	=	1,79	0,0357	—
Al	=	3,53	0,1288	10
$\overset{III}{Fe}$	=	3,51	0,0627	4

	Elemente	Quotienten	Atomverh.
$\overset{II}{Fe}$ =	3,01	0,0537	4
Mg =	8,86	0,3690	27
Ca =	14,51	0,3628	26
Na =	0,96	0,0416	4
K =	0,41	0,0104	—
O =	42,58	2,6613	206

Ca : Mg : Fe
0,363 : 0,369 : 0,054
oder Ca < Mg + Fe

Diesen Atomverhältnissen würde das folgende Gewicht von Pyroxensilikaten am nächsten kommen:

$22\,Mg\,Ca\,Si_2O_6 = 67\,\%$
$4\,Fe\,Ca\,Si_2O_6 = 12\,\%$
$5\,Mg\,Al_2\,Si\,O_6 = 15\,\%$
$2\,Na_2\overset{III}{Fe}_2Si\,O_6 = 6\,\%$

Die procentische Zusammensetzung eines so constituirten Pyroxens auf seine Oxyde berechnet ist unter B angeführt; A ist die auf 100 reducirte Analyse VII b.

	A.	B.
SiO_2 =	47,27	48,35
Al_2O_3 =	6,69	7,02
Fe_2O_3 =	5,07	4,37
FeO =	3,90	3,93
MgO =	14,92	14,75
CaO =	20,52	19,89
Na_2O =	1,63	1,69
	100,00	100,00

Die Deutung des Pyroxens VI b auf die angeführten Silikate stösst darnach auf keine besondern Schwierigkeiten, denn es herrscht eine ziemlich befriedigende Übereinstimmung zwischen den Zahlenreihen A und B.

Aus der Analyse VI d lässt sich die folgende Zusammensetzung des Pyroxens berechnen.

$10\,Mg\,Ca\,Si_2O_6 = 66{,}6\,\%$
$2\,Fe\,Ca\,Si_2O_6 = 13{,}4\,\%$
$2\,Mg\,Al_2Si\,O_6 = 13{,}4\,\%$
$1\,Na_2\overset{III}{Fe}_2Si\,O_6 = 6{,}6\,\%$

und es findet das Verhältniss statt: Ca < Mg + Fe.

Die zwei berechneten Pyroxene bestehen somit aus einem sehr ähnlichen Gemische von Silikaten. Für beide ist das Verhältniss der Silikate $R_2Si_2O_6 : \overset{III}{R}_2SiO_6$ annähernd wie 4 : 1.

Diese nahe Übereinstimmung stellt sich übrigens auch schon bei einem einfachen Vergleich der analytisch gefundenen Oxydmengen in VIb und VId heraus.

Der Grund für diese Thatsache möchte hier wohl am einfachsten in der ähnlichen Zusammensetzung der entsprechenden Gesteine zu suchen sein. Aus ihren Bauschanalysen ersieht man nämlich, dass der SiO_2-Gehalt und der Al_2O_3-Gehalt wenig verschieden sind, und dass CaO und MgO in den beiden Gesteinen in einem ähnlichen relativen Verhältniss zu einander stehen, wie in ihrem augitischen Gemengtheil. Wie die Mengenverhältnisse der beiden Oxydationsstufen des Eisens in den zwei Limburgiten gegenseitig stehen lässt sich nicht beurtheilen, da in der Analyse des Gesteins von der Limburg die FeO-Bestimmung fehlt. Gewiss war hier ein nicht unbeträchtlicher Theil des Eisens als Fe_2O_3 vorhanden, denn der Limburgit enthält ja eine reichliche Menge von Magnetit und zugleich eine grosse Menge von Gesteinsbasis, deren brannrothe Farbe wohl hauptsächlich auf das Vorhandensein von Eisenoxydverbindungen zurückzuführen ist.

Nur zwischen den Alkalimengen beider Gesteine herrscht eine Verschiedenheit, die in der Zusammensetzung ihrer Pyroxene gar nicht zum Ausdruck kommt.

Zum Schlusse dieser zweiten Gruppe verdient die aus den Separatanalysen sich ergebende Thatsache hervorgehoben zu werden, dass sich für alle braunen Pyroxene ein bedeutender Al_2O_3- und CaO-Gehalt neben einem niedern Alkaliengehalt als eine ckarakteristische Eigenthümlichkeit geltend macht.

Bevor ich die Besprechung der dritten Gesteinsgruppe folgen lasse, mögen erst die für den Diabas gefundenen Resultate mitgetheilt werden. Die chemische Zusammensetzung seines Pyroxens erlaubt zwar nicht, das Gestein in eine der drei aufgestellten Gruppen einzureihen, es wurde dies schon in der Einleitung betont, allein die krystallographischen und physikalischen Eigenschaften des Minerals verweisen den Diabas wenigstens in die Nähe der zwei ersten Gruppen.

Diabas vom Halleberg in Schweden.

Nach Törnebohm[1] und Svedmark[2] tritt dieser olivinfreie Diabas am Halleberg wie am Hunneberg südlich vom Wenernsee als eine an 200′ mächtige Decke auf, welche sich über cambrische und untersilurische Schichten ausgebreitet hat.

Das von mir untersuchte Gestein hat graue Farbe und erscheint dem unbewaffneten Auge ganz dicht. Nach der mikroskopischen Untersuchung ist es ein holokrystallines Gemenge von Plagioklas, einem dunkeln und einem hellen monoklinen Pyroxen und Titaneisenerz. Zu diesen wesentlichen Gemengtheilen gesellen sich accessorisch Glimmer, Apatit und spärlich Pyrit.

Der helle Pyroxen wird im Dünnschliff hellgelblichweiss durchsichtig und besitzt ein höheres Brechungsvermögen als der dunkle. Immer bildet er nach der vertikalen Axe verlängerte Individuen, die in der Säulenzone krystallographische Begrenzung zeigen und alle andern Gemengtheile an Grösse überragen. Vollkommene Spaltbarkeit ist nach ∞P (110) sowie nach $\infty P\bar{\infty}$ (010) vorhanden. Pleochroismus ist kaum erkennbar; eine Auslöschungsschiefe auf $\infty P\bar{\infty}$ (010) gegen die Spaltbarkeit nach ∞P (110) konnte bis 44° ca. gemessen werden. Eine Zwillingsbildung nach $\infty P\bar{\infty}$ (100) ist sehr häufig zu beobachten. Leicht scheint dieser helle Augit zur Zersetzung geneigt zu sein, wobei sich serpentin- oder chloritartige Zersetzungsprodukte bilden unter gleichzeitig reichlicher Ausscheidung von Eisenerz.

Da es leider nicht gelang diesen Pyroxen rein zu isoliren, so kann über seine chemische Zusammensetzung nur aus seinem äussern Habitus die Vermuthung aufgestellt werden, dass er vorwaltend aus einem Gemisch der Pyroxensilikate $MgCaSi_2O_6$ und $FeCaSi_2O_6$ bestehe. Törnebohm bezeichnete ihn darum als Salit.

Der dunklere, bräunliche, monokline Pyroxen erscheint in der Regel ganz frisch, hat fast nie eigene Begrenzung, sondern füllt gleichsam nur die Lücken zwischen den Plagioklasleisten aus und ist daher jüngerer Bildung als dieser. Seine Spaltbarkeit ist viel weniger deutlich als die am hellen Augit und nur nach ∞P (110) vorhanden; Zwillingsbildung nach $\infty P\bar{\infty}$ (100) findet sich auch bei ihm häufig. Der Pleochroismus ist recht

[1] Dieses Jahrbuch 1877 pag. 258—274.

[2] Dieses Jahrbuch 1879 pag. 927.

schwach in heller und dunkler braun. Die Auslöschungsschiefe auf $\infty P\infty$ (010) wurde im Dünnschliff zu ca. 43° gemessen. Zersetzungsprodukte sind nur selten sichtbar, dann aber die nämlichen wie beim hellen Augit.

Der trikline Feldspath wurde nach seiner Löslichkeit in Säuren von Törnebohm zum Labrador gestellt. Vermittelst der Thoulet'schen Lösung gelang es mir sein spez. Gewicht zu 2,70 zu bestimmen.

Bezüglich der Charakteristik der übrigen Gemengtheile verweise ich auf die weiter oben citirten Arbeiten und bemerke hier nur, dass in meinem Untersuchungsmaterial Amphibol, welchen Svedmark als accessorischen Gemengtheil anführt, nicht nachweisbar war.

VII a ist die von mir ausgeführte Bauschanalyse des Diabas vom Halleberg.

VII b ist die Analyse des dunkeln Pyroxen aus dem Gestein.

Zum Vergleich wurden die folgenden Analysen beigefügt:

VII c. Diabas von New Haven, Connecticut.

VII d. Diallag aus Diabas von West Rock New Haven, Connecticut [1].

VII e. Augitandesit von Mariveles.

VII f. Pleochroitischer Augit aus diesem Gestein [2].

VII g. Diallagandesit von Kolter Färöer.

VII h. Diallag aus diesem Gestein [3].

VII i. Salitdiabas vom Hunneberg (Törnebohm).

	VII.								
	a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.	h.	i.
SiO_2	51,23	50,25	51,78	50,71	54,62	51,50	52,30	50,21	51,40
Al_2O_3	12,70	1,25	12,79	3,55	16,96	3,80	18,22	3,24	13,94
Fe_2O_3	4,00	5,86	3,59	—	4,27	2,80	—	—	1,26
$Fe(Mn)O$	10,48	17,40	8,69	15,30	4,62	11,41	11,50	17,40	12,80
MgO	6,51	15,72	7,63	13,63	5,20	19,69	7,24	14,05	5,26
CaO	8,40	8,73	10,70	13,35	8,56	10,45	10,23	13,92	8,73
Na_2O	3,04	0,82	2,14	1,48	3,26	—	2,65	—	2,91
K_2O	1,55	0,47	0,39		1,80	—		—	1,40
H_2O	0,39	—	0,63	1,17	0,73	—	—	—	1,26
TiO_2	1,21	0,45	1,41	—	Spur	—	—	—	1,06
P_2O_5	0,19	—	0,14	—	—	—	—	—	—
	99,70	100,95	99,89	100,00	100,25	99,65	102,14	98,82	100,02

[1] Hawes, Proc. of U. S. nat. mus. June 22; 881 pag. 132.

[2] K. Oebbeke, dieses Jahrbuch Beilageband I. 1881 pag. 471 und 472.

[3] A. Osann, dieses Jahrbuch 1884 I. pag. 45—49.

Ich bestimmte das spez. Gewicht des Gesteins VII a zu 3,025, das des Pyroxen VII b zu 3,448. Die Berechnung dieses letztern ergiebt die folgenden Zahlen.

	Elemente	Quotienten	Atomverh.
Si =	23,45	0,8375	69
Ti =	0,27	0,0055	—
Al =	0,67	0,0243	2
^{III}Fe =	4,10	0,0732	6
^{II}Fe =	13,53	0,2417	20
Mg =	9,43	0,3930	32
Ca =	6,23	0,1558	13
Na =	0,61	0,0264	2
K =	0,39	0,0099	—
O =	41,32	2,5825	212

Ca : Mg : Fe
0,156 : 0,393 : 0,242
oder Ca < Mg + Fe

Diesen Atomverhältnissen entsprechend ergeben sich die nachfolgenden Pyroxensilikate:

$13\,MgCa\,Si_2O_6$	= 36 %	
$2\,Mg\,^{III}Fe_2\,Si\,O_6$	= 5½ „	
$2\,Na\,^{III}Fe\,Si_2O_6$	= 5½ „	
$1\,MgAl_2\,Si\,O_6$	= 3 „	es bleiben
$10\,Fe_2\quad Si_2O_6$	= 28 „	
$8\,Mg_2\quad Si_2O_6$	= 22 „	

Die Rückrechnung ergiebt die Zusammensetzung B, und A ist die auf 100 reducirte Analyse VII b.

	A.	B.
SiO_2 =	50,24	50,29
Al_2O_3 =	1,24	1,25
Fe_2O_3 =	5,82	5,83
FeO =	17,29	17,49
MgO =	15,62	15,55
CaO =	8,67	8,84
Na_2O =	1,12	0,75
	100,00	100,00

Sehr auffallend in der berechneten Augitanalyse ist das gegenseitige Mengenverhältniss, in dem die Basen FeO, MgO und CaO auftreten. Es drückt sich dies auch in der Berechnung durch den zurückbleibenden grossen Rest von $10\,Fe_2Si_2O_6$ und

$8\,Mg_2Si_2O_6$ aus; man möchte darum versucht sein, in dem analysirten Augitpulver einen rhombischen Pyroxen zu vermuthen. Allein eine nochmalige genaue Durchsicht aller betreffenden Dünnschliffe ergab keine Anhaltspunkte, welche diese Vermuthung in irgend einer Weise zu unterstützen vermocht hätten. Ebensowenig konnte durch das mikroskopische Studium eine Verunreinigung des zur Analyse verwendeten Augitpulvers mit andern Gesteinselementen nachgewiesen werden, durch deren Beimischung sich die eigenthümliche Zusammensetzung erklären liesse.

Bemerkenswerth erscheint wohl auch die Thatsache, dass trotz der relativ hohen Basicität des Diabases sein Augit thonerdearm ist, und sich darin den Augiten der ersten Gruppe nähert.

Da ein Grund für die hervorgehobenen Eigenthümlichkeiten des Diabasaugit entschieden nicht aus der chemischen Totalzusammensetzung des Gesteins abgeleitet werden kann, wie dies aus dem Vergleich der Analysen VII a und b ersichtlich ist, so möchte man geneigt sein, eine Erklärung dafür in der ganzen Mineralassociation des Diabas zu suchen. Wie wir wissen, sind die wesentlichen Gemengtheile des sog. Salitdiabas ausser dem analysirten braunen Augit, Plagioklas, ein diopsidartiger Augit und Eisenerze. Des weitern ergiebt uns das mikroskopische Studium auf das bestimmteste, dass der braune Augit der zuletzt krystallisirte Gemengtheil des Gesteins ist. Es dürfte darum das Fehlen des Al_2O_3 und die geringe Menge CaO im braunen Augit vielleicht gerade mit dem Vorhandensein des basischen Plagioklas in Beziehung stehen. Da dieser letztere ja vor dem Augit auskrystallisirte, so entzog er dem Magma eine grosse Menge Al_2O_3 und CaO, so dass, als schliesslich der Augit zur Entstehung gelangte, diese Basen nur in geringer Menge noch vorhanden waren, um sich an seinem Aufbau zu betheiligen. Es ist dies eine Vermuthung, die an Wahrscheinlichkeit sehr gewinnt, wenn wir die zum Vergleich angeführten Analysen betrachten.

In den Pyroxenanalysen VII d, f und h treten die nämlichen eigenthümlichen Mengenverhältnisse zwischen den Basen FeO, MgO und CaO auf, wenn auch nicht immer in so hohem Grade wie bei Analyse VII b. Als ein Beispiel dafür lasse ich hier die für den Augit von Mariveles VII f berechneten Zahlenverhältnisse folgen. Es ist:

$$\begin{array}{c} Ca : Mg : Fe \\ 0{,}186 : 0{,}492 : 0{,}158 \\ \text{somit } Ca < Mg + Fe \end{array}$$

und seiner Zusammensetzung entspräche am nächsten das folgende Gemisch von Silikaten:

$$\begin{array}{rl} 22\,MgCa\,Si_2O_6 & = 42\,\% \\ 4\,MgAl_2Si\,O_6 & = 8\,\text{„} \\ 2\,Mg\overset{III}{Fe}_2Si\,O_6 & = 4\,\text{„} \end{array}$$

und es bleibt ein Rest von

$$\begin{array}{rl} 14\,Mg_2Si_2O_6 & = 28\,\% \\ \text{und } 9\,Fe_2Si_2O_6 & = 18\,\text{„} \end{array}$$

Ähnliche Proportionen würden wohl auch die Analysen VII d und h ergeben, denn die Summe von FeO und MgO ist hier gleichfalls bedeutend grösser als die CaO-Menge. Der SiO_2-Gehalt ist bei allen beinahe gleich gross, der Al_2O_3-Gehalt gering.

Aus dem mikroskopischen Studium der entsprechenden Gesteine VII c, e und h, geht hervor, dass in diesen Plagioklas-Augitgesteinen der trikline Feldspath gleichfalls zum grössten Theil vor dem Augit zur Bildung gelangt ist.

Endlich möge die beigefügte Analyse des Salitdiabas vom Hunneberg den Beweis liefern, wie ähnlich seine chemische Zusammensetzung mit der des von mir untersuchten Halleberggesteins ist; beide Vorkommnisse stimmen ja auch in ihrer mineralogischen Zusammensetzung sehr nahe überein und sind geologisch identisch.

Weitern Untersuchungen muss es vorbehalten bleiben, den Nachweis zu liefern, ob der hohe FeO- und MgO-Gehalt neben kleinem CaO- und Al_2O_3-Gehalt eine charakteristische Eigenthümlichkeit der Augite aus Gesteinen der Diabasfamilie bildet.

Gruppe III.

In der Gruppe der Gesteine mit pleochroitischem rhombischem Pyroxen wurden die folgenden Gesteine vereinigt:

Hypersthenführender Glimmerdiorit von Campo maior in Portugal (18a).

In nächster Umgebung der Grenzfestung Campo maior in der Provinz Alemtejo treten granitische und dioritische Gesteine zu Tage. Sie werden dort umgeben von Schiefern, deren Alter

noch unbekannt ist, die theilweise aber jedenfalls älter als jene Eruptivgesteine sein müssen, da sie am Contact mit ihnen vielfach metamorphosirt erscheinen.

Das zur Untersuchung vorliegende Gestein dieser Localität bildet 2 Klm. östlich von Campo maior wahrscheinlich einen Gang in den Schiefern[1].

In dem ganz frisch aussehenden Handstück, das eine granitisch körnige Struktur von mittlerem Korn besitzt, sind mit blossem Auge grössere Glimmerblättchen, Feldspath, sowie braune, dem Pyroxen angehörende Körner leicht erkennbar. Die mikroskopische Untersuchung von Dünnschliffen ergab dasselbe Resultat, und wäre nur noch anzuführen, dass der Pyroxen durch starken Pleochroismus auffällt, aber auch eine Auslöschungsschiefe an einzelnen Durchschnitten erkennen lässt.

Der Feldspath ist meist gestreifter Plagioklas; accessorisch treten in dem Gestein Amphibol, etwas Quarz, Apatit und Erze auf.

Bei der Isolirung der Gemengtheile mit Cadmiumlösung fiel der Pyroxen sehr rein aus und wurde daher ohne Bedenken nachher zur Analyse verwandt. Da diese letztere jedoch einen für monokline Pyroxene abnorm hohen Gehalt an Eisenoxydul und Magnesia, sowie einen sehr kleinen Kalkgehalt ergab, und gleichzeitig das spez. Gew. des Minerals sehr hoch gefunden wurde, so lag die Vermuthung sehr nahe, es handle sich hier um einen rhombischen Pyroxen.

Die mikroskopische Untersuchung einer grössern Anzahl einzelner isolirter Pyroxenkörner zeigte nun bald, dass der grösste Theil derselben dem Hypersthen angehöre, denn nur an einer kleinen Anzahl Körner konnten die für monoklinen Pyroxen charakteristischen optischen Constanten nachgewiesen werden.

Das analysirte Pyroxenpulver war somit ein Gemisch, das vorwiegend aus Hypersthen, in zurücktretender Menge aus einem monoklinen Pyroxen bestand. Im Gesteinsdünnschliff jedoch zeigen sich beide Minerale in ihrem äussern Habitus so übereinstimmend, dass eine Unterscheidung nur durch Ermittlung der optischen Constanten jedes einzelnen Durchschnittes möglich ist.

Der Hypersthen, welcher neben dem triklinen Feldspath

[1] cf. Notice sur la carte minérographique du Portugal. Lisbonne 1878.

in reichlichster Menge vorhanden ist, zeigt immer nach der Vertikalaxe säulenförmig ausgebildete Individuen von ziemlicher Grösse. Er ist selten deutlich krystallographisch umgrenzt und lässt meist Spaltbarkeit nach ∞P (110), sowie eine Querabsonderung erkennen. Sein Pleochroismus ist ziemlich lebhaft; a = roth, b = gelb bis grünlichgelb, c = grün. Die spitze negative Bisectrix der optischen Axen tritt auf $\infty P\bar{\infty}$ (100) aus[1] und die Auslöschungsrichtung ist in der ganzen Prismenzone entsprechend der rhombischen Symmetrie der Krystalle.

Manchmal lassen sich im Hypersthen auch die für dieses Mineral charakteristischen Einlagerungen beobachten. Es sind die braun durchscheinenden oft regelmässig umgrenzten Täfelchen und Nädelchen, die mit ihrer Längsaxe entweder der Vertikalaxe oder einer der horizontalen Axen ihres Wirthes parallel gelagert sind.

Sehr selten finden sich auch einzelne, wohl parallel $\infty P\bar{\infty}$ (100) eingelagerte, sehr feine Lamellen, welche hell erscheinen, wenn das Hauptindividuum zwischen gekreuzten Nicols auf dunkel eingestellt ist. Dieser Eigenschaft wegen mögen sie wohl einem monoklinen Pyroxen angehören; in Folge ihrer grossen Feinheit war aber eine schärfere optische Prüfung unthunlich.

Von sonstigen Einlagerungen wären vielleicht noch Magnetit und Eisenglanz, welch letzterer ebenfalls als eine primäre Bildung zu deuten ist, hervorzuheben. Der in spärlicher Menge vorhandene monokline Pyroxen ist in seinem Aussehen, wie weiter oben schon erwähnt wurde, vom rhombischen kaum verschieden. Spaltbarkeit und Einlagerungen sind die nämlichen, nur sein Pleochroismus ist von dem des Hypersthen insofern abweichend, als eine rothe Axenfarbe fehlt, indem a und b gelbe oder grünlichgelbe Farben zeigen. Es sind dieselben Farben, welche am Hypersthen auf $\infty P\bar{\infty}$ (100) sichtbar werden. Die Auslöschungsschiefe auf $\infty P\bar{\infty}$ (010) gegen die Spaltbarkeit nach ∞P (110) wurde zu circa 45° gemessen.

Eine regelmässige Verwachsung der beiden Pyroxene konnte einige Male festgestellt werden, wobei die c-Axen beider in paralleler Stellung sind. Die zwei Pyroxene finden sich auch in einzelnen kleineren Individuen im Plagioklas eingewachsen.

[1] Nach der Naumann'schen Aufstellung.

Eine beginnende Zersetzung, unter Bildung grünlicher Umwandlungsproducte, ist sowohl am Hypersthen, als auch am monoklinen Pyroxen nur äusserst selten nachweisbar.

Der trikline Feldspath, der Hauptgemengtheil des Gesteins, bildet stets unregelmässig begrenzte Individuen, ist sehr frisch und zeigt darum die polysynthetische Verzwillingung ausgezeichnet schön. Die Auslöschungsschiefe gegen die Zwillingsnath wurde immer nur zu wenigen Graden gemessen und an isolirten Körnern konnte eine Bisectrix beinahe normal auf $\infty P\infty$ (010) austretend beobachtet werden. Nach diesem Verhalten, wie auch nach der weiter unten mitgetheilten Analyse, gehört dieser Plagioklas daher der Andesinreihe an.

Als Einlagerungen finden sich in ihm lange nadelförmige scheinbar opake Mikrolithe in geringer Anzahl und ohne erkennbar regelmässige Anordnung. Ihre Identificirung mit einer bekannten Mineralspezies war nicht ausführbar.

Glimmer ist in dem Gestein in bedeutender Menge vorhanden, immer in grossen braun durchscheinenden Fetzen mit starkem Pleochroismus und kleinem optischem Axenwinkel. Oft erscheint er von Apatitnadeln durchspickt und wird auch hin und wieder von Hypersthen umschlossen. Accessorisch findet sich wenig ganz unregelmässig begrenzter frischer Amphibol als Gemengtheil. Spaltbarkeit und Pleochroismus sind die für Amphibol in alten körnigen Gesteinen bekannten. Beinahe ausnahmslos ist er mit dem rhombischen Pyroxen verwachsen, wobei häufig die c-Axen beider Minerale parallel stehen.

Quarz konnte nur in geringer Menge als accessorisches Mineral, die Zwischenräume zwischen den übrigen Gemengtheilen ausfüllend, nachgewiesen werden. Er enthält wenige Flüssigkeitseinschlüsse.

Endlich seien noch der in kurzen Säulchen vorhandene Apatit und eine geringe Menge von Eisenerzen als accessorische Gesteinsgemengtheile erwähnt.

In seiner mineralogischen wie chemischen Zusammensetzung hat dieser Glimmerdiorit von Campo maior am meisten Ähnlichkeit mit einem der Hypersthen-führenden Gesteine von Klausen in Südtyrol, welche in letzter Zeit von Teller und John beschrieben wurden. Ich habe desshalb seine Analyse den meinigen zum Vergleich beigefügt.

VIII a. Hypersthen-führender Glimmerdiorit von Campo maior.
VIII b. Analyse des Pyroxens und
VIII c. Analyse des Plagioklas aus dem Gestein von Campo maior[1].
VIII d. Glimmerdiorit von Oberhofen bei Klausen[2].

VIII.

		a.	b.	c.	d.
SiO_2	=	56,09	52,37	61,81	56,72
Al_2O_3	=	16,03	2,74	24,45	16,90
Fe_2O_3	=	3,12	2,34	Spuren	4,14
FeO	=	4,77	17,08	—	6,28
MgO	=	8,03	22,15	0,34	4,62
CaO	=	6,73	4,04	8,04	7,25
Na_2O	=	3,49	Spuren	6,19	4,65
K_2O	=	1,87		0,59	0,63
H_2O	=	0,16	—	—	0,75
TiO_2	=	0,37	0,35	—	—
		100,66	101,07	101,42	101,94
Sp. G.	=	2,892	3,500	2,672	—

Anmerkung: Für den Plagioklas VIII c berechnet sich das Sauerstoffverhältniss

von $RO : Al_2O_3 : SiO_2$ wie 1 : 2,9 : 8,2

und somit die empirische Formel

$$RO,\ Al_2O_3,\ 4SiO_2.$$

Aus der Hypersthenanalyse VIII b lassen sich die folgenden Zahlen berechnen:

		Elemente	Quotienten	Atomverh.
Si	=	24,44	0,8728	60
Ti	=	0,21	0,0043	—
Al	=	1,46	0,0533	4
^{III}Fe	=	1,64	0,0292	2
^{II}Fe	=	13,28	0,2372	16
Mg	=	13,29	0,5537	38
Ca	=	2,89	0,0721	5
O	=	42,79	2,6745	184

Aus diesen Atomverhältnissen berechnet sich die folgende Zusammensetzung des Pyroxenpulvers:

[1] Diese drei Analysen wurden von mir ausgeführt.

[2] F. Teller und C. v. John, Dioritische Gesteine von Klausen. — Jahrb. d. k. k. Reichsanst. 1882 Bd. 32 Heft 4.

$15\,Mg_2\,Si_2O_6 = 48\,\%$
$8\,Fe_2\,Si_2O_6 = 26\,\%$
$5\,MgCa\,Si_2O_6 = 16\,\%$
$2\,MgAl_2\,SiO_6 = 7\,\%$
$1\,Mg\overset{III}{Fe}_2Si\,O_6 = 3\,\%$

Die Rückrechnung ergiebt die Zahlen unter B; unter A ist die auf 100 reducirte Analyse VIIIb aufgeführt.

		A.	B.
SiO_2	=	52,12	51,63
Al_2O_3	=	2,71	2,99
Fe_2O_3	=	2,32	2,34
FeO	=	16,91	16,80
MgO	=	21,94	22,16
CaO	=	4,00	4,08
		100,00	100,00

Aus der Analyse und Berechnung geht ganz unzweifelhaft hervor, dass das isolirte Pyroxenpulver in vorwiegender Menge aus rhombischem Pyroxen bestand, der aus den Molekülen $Mg_2Si_2O_6$ und $Fe_2Si_2O_6$ aufgebaut wird. Die bei der Berechnung sich ergebenden nicht ganz unbeträchtlichen Mengen der Silikate $MgCaSi_2O_6$ und $Mg\overset{III}{R}_2SiO_6$ gehören wohl grössten Theils dem monoklinen Pyroxen an und ihm sind wahrscheinlich auch die analytisch nachgewiesenen Spuren von Alkalien zuzuschreiben[1]. Der rhombische Pyroxen würde darnach zu den eisenärmeren Gliedern der Hypersthenreihe gehören.

Hypersthenandesit von Sumatra (356).

Das mir durch die Güte des Herrn Prof. Rosenbusch zur Untersuchung überlassene Gestein, wurde von Herrn Bergingenieur R. D. M. Verbeek selbst auf Sumatra gesammelt und stammt nach seiner Etikette vom Südabhang des Vulkans Singalang.

Wie aus der ausführlichen Beschreibung der Westküste von Sumatra[2] nach Verbeek hervorgeht, bildet der Kegelberg Sin-

[1] Zum qualitativen Nachweis der Alkalien wurde das Mineralpulver mit reiner Flusssäure in einem ganz kleinen Platinschälchen unter Zusatz eines Tropfens H_2SO_4 aufgeschlossen, auf dem Wasserbad zur Trockne eingedampft und dann mit HCl wieder aufgenommen. Die so erhaltene Lösung wurde darauf unter dem Mikroskop mit essigsaurem Uran und Platinchlorid geprüft.

[2] Topographische en geologische Beschrijving van Zuid-Sumatra. — Jaarbock van het mijnwezen in Ned. O. Indii 1881; sowie: Verbeek, Topographische en geologische Beschrijving van een gedeelte van Sumatra's Westkust. Batavia 1883. Dies. Jahrb. 1884. II. -333-.

galang mit dem Tandikat genannten einen Zwillingsvulkan, der sich im Norden von Padang bis 2890 m über den Meeresspiegel erhebt. Eine Eruption dieses Vulkans ist, soviel bekannt, seit historischen Zeiten nicht mehr vorgekommen und es hat sich in seinem jüngsten noch wohl erhaltenen beinahe kreisrunden Krater ein kleiner See gebildet. Wie bedeutend aber in der Tertiärzeit seine Thätigkeit gewesen sein muss, das beweisen ausser seiner jetzigen Grösse noch die Reste von zwei Ringwällen, welche an den meist sehr steil abfallenden Gehängen des Berges vielorts nachweisbar sind. Seiner Lage nach reiht sich der Singalang-Tandikat als ein Glied in die Kette theilweise noch jetzt thätiger Vulkane, welche sich längs der ganzen S.-W.-Küste der Insel hinzieht und ihre Fortsetzung in den Vulkanreihen von Java und der kleinen Sundainseln findet.

Alle die Kegelberge von Sumatra sind erst in der Tertiärzeit entstanden, lagern auf älteren paläozoischen Schichten und haben basaltisches und andesitisches Eruptionsmaterial zu Tage gefördert.

Der Singalang-Tandikat speziell ist grösstentheils aus einer rothbraunen Erde aufgebaut, in welcher unzählige grössere und kleinere Andesitblöcke liegen. Anstehendes Gestein ist nur an wenigen Stellen des Vulkanmantels nachweisbar; es sind wohl Reste von compakten andesitischen Lavaströmen, die hauptsächlich der Singalang geliefert hat. Auf seinem Gipfel finden sich ganz hellgefärbte Bimssteine, wahrscheinlich das letzte Eruptionsmaterial des Berges, in ziemlicher Verbreitung.

Gesteinsproben von der Südseite des Singalang, nahe dem Gipfel, von den losen Blöcken stammend, wurden von Verbeek in seiner oben citirten Arbeit[1] als Augitandesite bestimmt. Sie enthalten nach ihm in einer licht graulichweisen Grundmasse mit reichlichen Augitmikrolithen Einsprenglinge von Plagioklas, Augit und Erzen.

Das vorliegende Handstück hat graue Farbe, ein glasiges wenig schlackig poröses Aussehen und porphyrische Struktur. Mit blossem Auge, besser mit der Loupe, erkennt man in einer glasigen weisslich grauen Grundmasse reichliche Mengen von Feldspathleisten, Einsprenglinge eines dunkeln säulenförmig aus-

[1] cf. pag. 468 Nr. 356.

gebildeten Minerals und einzelne Erzkörner. Grundmasse und Einsprenglinge scheinen nach oberflächlicher Schätzung so ziemlich in gleicher Menge vorhanden zu sein.

Im Dünnschliff lässt sich die porphyrische Structur des Andesits leicht erkennen, indem in einer beinahe farblosen, von nadelförmigen Mikrolithen vollgestopften Grundmasse grössere und kleinere Einsprenglinge von Plagioklas, Hypersthen, Augit, wenig Hornblende, Magnesiaglimmer und Magnetit liegen.

Der rhombische Pyroxen, neben Plagioklas ein Hauptgemengtheil, ist in diesem Gestein meist in wohl ausgebildeten grössern Individuen vorhanden. Es war desshalb möglich an einzelnen der mit Baryumquecksilberjodidlösung isolirten Krystalle einige Winkel der Säulenzone goniometrisch zu bestimmen. Aus den besten Ablesungen ergab sich als Mittelwerth der Winkel des Prismas ∞P (110) : ($1\bar{1}0$) zu 91° 44′; ein Werth, der ganz nahe mit dem von G. vom Rath für den sogenannten Amblystegit von Laach[1] gefundenen übereinstimmt. Ausser diesem Prisma sind die beiden vertikalen Pinakoide $\infty P\bar{\infty}$ (100) und $\infty P\bar{\infty}$ (010) stark entwickelt. Eine nähere Bestimmung der Pyramide und eines Domas, durch welche die Krystalle begrenzt sind, konnte der schlechten Beschaffenheit dieser Flächen wegen nicht ausgeführt werden. Deutliche Spaltbarkeit ist nach ∞P (110) und nach $\infty P\bar{\infty}$ (010) vorhanden. Die Krystalle zeigen starken Pleochroismus; es ist c = grün, b = gelb, a = rothbraun, die spitze negative Bisectrix der optischen Axen tritt auf $\infty P\bar{\infty}$ (100) aus. Der Axenwinkel in Öl gemessen muss zwischen 80° und 90° liegen, da er, wie ein Vergleich ergab, grösser ist als der eines gelben Topas von Brasilien, dessen Axenwinkel in Öl 81° beträgt, aber kleiner als der des Hypersthen von Soggendal, dessen spitzer Axenwinkel in Öl zu 94° gemessen wurde. Eine direkte Bestimmung gelang der Kleinheit der Krystalle wegen nicht. Die Auslöschung wurde in der ganzen Prismenzone stets parallel und senkrecht zur Prismenkante gefunden.

Auf der Oberfläche zeigt der Hypersthen häufig unregelmässige Vertiefungen, in welche die glasige Gesteinsbasis eingedrungen ist. Diese Erscheinung beruht wohl auf einer Corrosion der schon gebildeten Hypersthenkrystalle durch das noch

[1] Pogg. Ann. 138, 533.

flüssige Gesteinsmagma nachdem es durch die verschiedenen Krystallisationen, vielleicht auch durch Wasserverlust eine andere chemische Zusammensetzung, andere Basicität, erlangt hatte.

Die nicht allzu reichlichen Einschlüsse im Hypersthen bestehen aus Magnetit, besonders häufig aber aus einem braunen manchmal staubartig getrübten Glas, das oft Luftbläschen enthält. Auch einzelne Apatitnadeln finden sich als Einschlüsse im rhombischen Pyroxen.

Der grüne nur in geringer Menge vorhandene monokline Pyroxen tritt im Allgemeinen nicht in so grossen Individuen auf wie der rhombische, hat aber meist ebenso deutliche krystallographische Umgrenzung. Er ist spaltbar nach ∞P (110), nur schwach pleochroitisch in grünen und gelblichgrünen Farben und zeigt auf $\infty P\infty$ (010) eine Auslöschungsschiefe von circa 45^0 gegen die Prismenkante. Die Einschlüsse sind die nämlichen wie im Hypersthen.

Beide Pyroxene finden sich auch in kleinern prismatisch und pyramidal wohl ausgebildeten Individuen in der Grundmasse.

Der Plagioklas bildet im Gestein den am reichlichsten vorhandenen Gemengtheil. Im Dünnschliff erscheint er ausnahmslos in länglich rechteckigen glasig durchsichtigen Schnitten, die im polarisirten Licht, bei gekreuzten Nicols, eine deutliche aber nicht immer den ganzen Krystall durchsetzende Zwillingsstreifung erkennen lassen. Sehr häufig steckt dieser Plagioklas ganz voll von braunen Glaseinschlüssen und Gasporen, welche oft die Form ihres Wirthes nachahmen und zonar angeordnet sind.

An einzelnen aus dem Gestein isolirten Feldspathkörnern konnte vermittelst der Thoulet'schen Lösung und nachheriger Bestimmung mit der Mohr'schen Wage das Sp. G. = 2,701 ermittelt werden. Darnach würde dieser Plagioklas, besonders wenn wir bedenken, dass sein spec. Gewicht in Folge der reichlichen Glaseinschlüsse eher etwas zu klein bestimmt wurde, der Bytownitreihe nahe stehen. Dieser Annahme entspricht auch sein optisches und chemisches Verhalten; denn einerseits konnte an sehr vielen der Durchschnitte eine bedeutende Auslöschungsschiefe gegen die Zwillingsnath nachgewiesen werden, andererseits ist der feinzerriebene Plagioklas durch warme HCl zersetzbar und in der so erhaltenen Lösung konnten CaO und Na_2O durch die Boricky'schen Reaktionen leicht nachgewiesen werden.

Hypersthen zusammen mit Plagioklas sind, wie die Dünnschliffe zeigen, an manchen Stellen im Gestein stark angehäuft und zwischen den einzelnen Mineralkörnern findet sich das schon als Einschluss im Plagioklas erwähnte braune Glas [1] in spärlicher Menge eingeklemmt. Accessorisch tritt eine stark pleochroitische braune Hornblende in wenigen meist gut umgrenzten Individuen als Einsprengling auf. Ihr Pleochroismus ist c = grünlichbraun, b = gelblichbraun, a = gelb [2]. Einschlüsse sind nur sehr selten in ihr zu beobachten, sie bestehen aus Magnetit und Pyroxen. Einbuchtungen der Grundmasse konnten an ihr nirgends nachgewiesen werden.

Ausser einer reichlichen Menge von Magnetit finden sich noch Apatit in kurzen dicken Säulchen, wie auch einzelne Zirkonkryställchen, als accessorische Minerale in dem Andesit eingesprengt.

Die Grundmasse besteht, wie oben bemerkt, aus einer farblosen oder nur ganz schwach gelblichgrau gefärbten isotropen etwas porösen Glasbasis, die ganz vollsteckt von nadelförmigen oder mehr leistenförmig ausgebildeten Mikrolithen und kleinen opaken Erzkörnchen. Diese sind an einzelnen Stellen so angehäuft, dass die Basis fast ganz mikrolithisch entglast erscheint. Eine durch sie hervorgebrachte Mikrofluctuationsstructur ist häufig recht deutlich erkennbar.

Nur wenige der Mikrolithe gehören dem Plagioklas an und sind dann an ihrer deutlichen Zwillingsstreifung leicht kenntlich, die meisten dieser nadel- oder dünnleistenförmigen Gebilde sind dem Pyroxen zuzurechnen. Sie erscheinen im Dünnschliff entweder ganz farblos oder nur schwach gelblichgrün gefärbt, und eine starke Auslöschungsschiefe gegen ihre Längserstreckung war an vielen nachweisbar.

Bevor der isolirte Hypersthen, der vom monoklinen Pyroxen vollständig befreit werden konnte, zur Analyse benützt wurde, behandelte ich ihn noch kurze Zeit mit verdünnter kalter Flusssäure, um womöglich jede Spur einer noch etwa anhängenden

[1] Dieses braune Glas ist nach Verbeek's Beschreibung in manchen andern Varietäten des Andesites vom Singalang-Vulkan als Grundmasse ausschliesslich vorhanden.

[2] Auslöschungsschiefe auf $\infty P\bar{\infty}$ (010) ca. 15°.

Gesteinsbasis zu entfernen. Endlich wurden auch die Hypersthenkörner, welche viel Magnetit enthielten, mit dem Elektromagneten grösstentheils entfernt, um jede Trübung des Analysenresultates möglichst zu verhindern. Da es hingegen nicht gelang den monoklinen Pyroxen in befriedigender Weise vom Hypersthen zu trennen, so musste eine Analyse desselben unterbleiben.

IXa ist die von Herrn K. Sillib ausgeführte Bauschanalyse des Andesits vom Singalang.

IXb ist der Hypersthen aus diesem Gestein.

IXc Hypersthenandesit von Mt. Shasta in Californien.

IXd Hypersthen dieses Gesteins[1].

IX.

	a.	b.	c.	d.
SiO_2 =	63,41	52,23	62,00	50,33
Al_2O_3 =	16,50	1,08	17,84	0,97
Fe_2O_3 =	2,53	0,56	—	—
Fe (Mn) O =	3,36	19,84	4,40	22,64
Mg O =	2,74	22,37	2,64	23,29
Ca O =	5,80	1,90	5,37	1,88
Na_2O =	1,90	Spuren	4,29	—
K_2O =	2,26		1,47	—
H_2O =	1,55	—	1,66	—
TiO_2 =	—	0,37	0,17	—
P_2O_5 =	0,10	—	0,29	—
	100,15	98,35	100,13	99,11
Sp. G. =	2,498	3,487	—	—

In der Analyse IXb sind dem FeO 0,19% MnO, in der von IXc 0,64% MnO zugerechnet worden.

Es folgt die Berechnung von IXb.

	Elemente	Quotienten	Atomverh.
Si =	24,37	0,8705	250
Ti =	0,23	0,0045	—
Al =	0,58	0,0210	6
^{III}Fe =	0,39	0,0070	2
^{II}Fe =	15,43	0,2755	80
Mg =	13,42	0,5593	160
Ca =	1,36	0,0339	10
O =	44,22	2,7637	789

[1] Am. Journ. of science. Vol. XXVI. Sept. 1883.

Es lässt sich aus diesen Atomverhältnissen die folgende Zusammensetzung des Hypersthen ableiten.

$$\begin{aligned} 73\,Mg_2 \quad Si_2O_6 &= 57\,\% \\ 40\,Fe_2 \quad Si_2O_6 &= 32\,\text{„} \\ 10\,MgCa \quad Si_2O_6 &= 8\,\text{„} \\ 3\,Mg\,Al_2\,Si\,O_6 &= 2\,\text{„} \\ 1\,Mg\,\overset{III}{Fe}_2\,Si\,O_6 &= 1\,\text{„} \end{aligned}$$

Die Rückrechnung B der nach dieser Zusammensetzung im Hypersthen angenommenen Oxydmengen und das auf 100 reducirte direkt gefundene Analysenresultat A sind hierfolgend aufgeführt.

	A.	B.
SiO_2 =	53,43	53,22
Al_2O_3 =	1,10	1,09
Fe_2O_3 =	0,57	0,57
FeO =	20,20	20,43
MgO =	22,77	22,70
CaO =	1,93	1,99
	100,00	100,00

Ein Vergleich zwischen den beiden Zahlenreihen ergiebt ihre grosse Übereinstimmung und zugleich bestätigt die Analyse die durch das mikroskopische Studium gefolgerte Bestimmung des Minerals als rhombischen Pyroxen vollständig. Er nimmt in der Reihe der Hypersthene eine mittlere Stelle ein. Ihm sehr ähnlich ist der zum Vergleich beigefügte Hypersthen vom Mt. Shasta IXd; wie auch die beiden Gesteine, aus denen diese Hypersthene stammen, eine etwas bedeutendere Abweichung in ihrer chemischen Zusammensetzung nur im Alkaliengehalt aufweisen. Das für ein Gestein mit reichlichem Natronkalkfeldspath etwas eigentümliche Verhältniss des K_2O zum Na_2O in Analyse IXa findet seine Erklärung wohl am einfachsten in der Annahme, dass die reichlich vorhandene Gesteinsbasis eine beträchtliche K_2O-Menge enthalte, da irgend ein K_2O reiches Mineral im Gestein nicht auftritt.

Wie aus dieser Untersuchung hervorgeht, ist somit das von Verbeek als Augitandesit aufgeführte Gestein des Singalang nach der Nomenklatur von H. Rosenbusch als ein Hypersthenandesit zu bezeichnen, und möchte es nicht unwahrscheinlich sein, dass auch noch andere der von obigem Forscher als Augitandesite beschriebenen Gesteine, speziell die vom Singalang-Tandikat-Vulkan,

sich bei genauer Untersuchung als Hypersthenandesite herausstellen werden. Durch eine Bestätigung dieser Vermuthung würden sich unsere bis jetzt noch nicht sehr ausgedehnten Kenntnisse über die Verbreitung der tertiären Vertreter der alten Norite in erfreulicher Weise vermehren.

Pyroxengranulit von Waldheim in Sachsen.

Nach den Untersuchungen der geologischen Landesanstalt von Sachsen[1] tritt das als Pyroxen- oder Trappgranulit bezeichnete Gestein vorzüglich als ein Glied der centralen und mittleren Horizonte der Granulitformation auf, und zwar in Wechsellagerung mit normalem Granulit und Glimmergranulit, Platten, Bänke oder lenticuläre Massen bildend.

In neuerer Zeit hat sich besonders E. Dathe[2] eingehend mit der mineralogischen Zusammensetzung dieses Gesteins beschäftigt, nachdem schon frühere Forscher wie C. F. Naumann[3], Scheerer[4], Stelzner[5] und andere die Lagerungsform und chemische Zusammensetzung des Granulits in sehr gründlicher Weise untersucht hatten.

Endlich findet sich das Gestein eingehend besprochen in dem erst kürzlich erschienenen Werke von J. Lehmann über die Entstehung der krystallinen Schiefer[6]. Bekanntlich stehen sich zur Zeit zwei wesentlich verschiedene Ansichten zur Erklärung der Bildungsweise der sächsischen Granulite gegenüber. Nach der einen Ansicht, für welche sich speziell die Geologen der sächsischen Landesanstalt aussprechen, wäre der Granulit ein Glied der Sedimentärformation; nach der andern, die der verstorbene C. F. Naumann stets vertheidigt hat, würde er hingegen den Eruptivgesteinen zuzurechnen sein.

---

[1] Erläuterungen zur Section Waldheim. Dies. Jahrb. 1881. I. -210-.

[2] Zeitschrift d. d. geol. Ges. 1877 pag. 274—339.

[3] C. F. Naumann, Über den Granulitgang in Auerswalde. Dieses Jahrbuch 1872 und Jahrb. d. k. k. Reichsanst. 1856.

[4] Über die Genesis des Granulit. Dieses Jahrbuch 1873. — Festschrift der Freiberger Bergakademie 1866.

[5] A. Stelzner, dieses Jahrbuch 1871 pag. 244—249. cf. auch H. Rosenbusch, Massige Gesteine pag. 45—49.

[6] Untersuchung über die Entstehung der altkrystallinen Schiefergesteine. Bonn 1884 pag. 212—242.

Es müsste unstatthaft erscheinen an vorliegender Stelle weitere Betrachtungen über diesen Gegenstand anzuknüpfen; ich erwähne darum nur, dass Lehmann in seiner eben zitirten Arbeit noch eine andere Erklärung der Entstehung dieses Gesteins darlegt und dort zugleich die zwei andern herrschenden Ansichten einer nähern Besprechung unterzogen hat.

Das als Trappgranulit von Waldheim ohne nähere Fundortbestimmung bezeichnete, der Heidelberger Sammlung zugehörige Gestein, hat eine grünlichgraue Farbe, feinkörnige beinahe dichte Ausbildung und splittrigen Bruch. Makroskopisch lassen sich nur brauner Glimmer, Magnetkies und spärlich Pyrit erkennen. Durch die Untersuchung der Dünnschliffe ergiebt sich, dass das Gestein aus einem ziemlich gleichmässig körnigen Gemenge von Feldspath, Pyroxen, braunem Glimmer, Quarz, etwas Hornblende und Eisenerzen besteht.

Der augitische Gemengtheil dieser Granulite wurde von E. Dathe als Diallag bestimmt. Wie die genauere Prüfung sowohl der isolirten Körner dieses Minerals als auch der Gesteinsschliffe ergab, sind jedoch in dem Gestein von Waldheim zwei Pyroxene vorhanden, und zwar in vorwaltender Menge ein rhombischer, daneben sehr zurücktretend ein monokliner. Es ist vorzüglich der rhombische Pyroxen, welcher durch sein ziemlich reichliches Auftreten dem Gestein seine charakteristische dunkle Farbe verleiht. In den häufigsten Fällen bildet er unregelmässige längliche Körner und ist dabei öfters in einer zu seiner krystallographischen Vertikalaxe rechtwinkligen Richtung quer abgesondert. Eine deutliche prismatische Spaltbarkeit, seltener eine solche parallel seiner optischen Axenebene, sind im Dünnschliff wohl erkennbar. Der Pleochroismus ist ziemlich stark; c = grün, b = gelb, a = gelbroth; die Doppelbrechung ist negativ um die Bisectrix eines optischen Axenwinkels von circa 80° in Öl. An allen diesen pleochroitischen Pyroxendurchschnitten wurde in den Dünnschliffen die dem rhombischen System entsprechende Auslöschung gefunden. In Folge dieser festgestellten Eigenschaften des Minerals haben wir es daher ganz unzweifelhaft mit einem Hypersthen zu thun. Sein Erhaltungszustand ist sehr frisch, nur in wenigen Fällen war eine beginnende, nach der c-Axe parallelfaserige Bildung von Bastit oder Serpentin zu be-

obachten. Einlagerungen sind in dem Hypersthen selten und bestehen nur aus Eisenerzen.

Neben diesem rhombischen Pyroxen findet sich nun in geringer Menge ein entschieden monokliner Pyroxen im Granulit. In seinem äussern Habitus nicht vom Hypersthen verschieden, zeigt er einen nur schwachen Pleochroismus in grünen und grünlichgelben Farben und eine Auslöschungsschiefe gegen die oft vorhandene Längsstreifung parallel c, welche Dathe zu 39—45° bestimmte. Dieser monokline Pyroxen weist alle die Eigenschaften, wie Spaltbarkeit, nadelförmige Einschlüsse etc. auf, welche in der Arbeit von E. Dathe als für den Diallag charakteristisch beschrieben wurden.

Beide Pyroxene treten auch vereinzelt in kleinern dann besser ausgebildeten Kryställchen, an denen man häufig deutlich prismatische Formen mit pyramidaler oder domatischer Endigung zu erkennen vermag, im Gestein auf.

Der Feldspath, welcher sich in hervorragender Menge am Aufbau des Pyroxengranulits betheiligt, gehört grössten Theils einem kieselsäurereichen Glied der Plagioklasreihe an. Orthoklas ist nur in geringer Menge zu beobachten; dafür spricht auch der kleine K_2O-Gehalt der Bauschanalyse. In dem nicht sehr reichlich auftretenden Quarz konnten ausser den einfachen Flüssigkeitseinschlüssen mit beweglicher Libelle mehrfach Einschlüsse mit zwei Flüssigkeiten und einer Libelle nachgewiesen werden.

Die accessorisch auftretende bräunlichgrüne Hornblende sowie der braune Glimmer sind nur in geringer Menge in den Dünnschliffen zu beobachten.

Von den reichlich vorhandenen Eisenerzen gehört, wie die chemische Prüfung ergab, der grösste Theil dem Titaneisen an. Die mit Baryumlösung isolirten Erzkörner erwiesen sich als kaum magnetisch; in Königswasser löste sich nur eine geringe dem Magnetkies und Pyrit angehörende Menge auf, während die Hauptmenge der Körner, alle von schwarzer Farbe, zurück blieb. Erst nachdem sie ganz fein pulverisirt worden waren, wurden sie, aber sehr langsam, von concentrirter heisser HCl gelöst und die so erhaltene Lösung ergab eine sehr starke Reaktion auf TiO_2.

Endlich beobachtet man ausser dem accessorisch auftretenden Apatit vereinzelte, dunkle, selten durchscheinende, kurze Säul-

chen, oft mit pyramidaler Endigung. Sie haben stets einen ganz metallähnlichen Glanz und gehören sehr wahrscheinlich zum Nigrin[1]. Es sind wohl dieselben Gebilde, welche Dathe als Zirkon im Diallaggranulit beschrieben hat. Granat findet sich weder mikroskopisch noch makroskopisch in dem von mir untersuchten Granulit.

Um mir Gewissheit darüber zu verschaffen, dass nicht nur eben die Gesteinsprobe von Waldheim einen reichlichen Hypersthengehalt zufälliger Weise enthalte, wurden die mir zugänglichen Pyroxengranulite von Limbach, Massanei, Rohrdorf und Hartmannsdorf einer mikroskopischen Prüfung unterzogen. Es konnte so festgestellt werden, dass die Gesteine dieser Fundorte gleichfalls und ohne Ausnahme, neben einem monoklinen einen rhombischen Pyroxen und zwar meist in vorherrschender Menge enthielten. Die optischen Eigenschaften der Hauptmengen ihres Pyroxenminerals stimmten in allen diesen Granuliten vollkommen überein mit dem als Hypersthen erkannten Mineral des Waldheimer Vorkommens.

Xa ist die von mir ausgeführte Bauschanalyse des Pyroxengranulits von Waldheim.

Xb ist die Analyse des Gemisches von Hypersthen mit wenig monoklinem Pyroxen, deren Trennung nicht durchführbar war, aus dem Gestein von Waldheim.

		X.	
		a.	b.
SiO_2	=	63,14	50,57
Al_2O_3	=	11,91	2,97
Fe_2O_3	=	2,74	0,83
FeO	=	7,13	26,93
MgO	=	4,32	13,93
CaO	=	5,41	3,14
Na_2O	=	2,10	0,62
K_2O	=	0,31	0,57
H_2O	=	0,26	—
TiO_2	=	0,64	0,38
		97,96	99,94
Sp. G.	=	2,870	3,531

Aus Xb berechnen sich folgende Zahlenverhältnisse:

[1] J. Lehmann, Krystalline Schiefer pag. 224 und folgende.

	Elemente	Quotienten	Atomverh.
Si	= 23,60	0,8625	297
Ti	= 0,23	0,0046	—
Al	= 1,58	0,0578	20
$\overset{III}{Fe}$	= 0,58	0,0104	4
$\overset{II}{Fe}$	= 20,95	0,3740	130
Mg	= 8,36	0,3482	120
Ca	= 2,24	0,0561	20
Na	= 0,46	0,0200	12
K	= 0,47	0,0121	—
O	= 41,53	2,5956	898

Diesen Atomverhältnissen würde das folgende Gemisch von Pyroxensilicaten am nächsten entsprechen:

$$\begin{aligned}
65\,Fe_2\,Si_2O_6 &= 44\,\% \\
47\,Mg_2\,Si_2O_6 &= 31\,\text{„} \\
20\,MgCa\,Si_2O_6 &= 13\,\text{„} \\
6\,MgAl_2Si\,O_6 &= 4\,\text{„} \\
4\,Na\,\overset{III}{Fe}\,Si_2O_6 &= 3\,\text{„} \\
8\,Na\,Al\,Si_2O_6 &= 5\,\text{„}
\end{aligned}$$

Daraus berechnet sich die procentische Zusammensetzung an Oxyden B; und A ist die auf 100 reducirte Analyse Xb.

	A.	B.
SiO_2 =	51,04	50,93
Al_2O_3 =	2,98	2,97
Fe_2O_3 =	0,83	0,92
FeO =	27,02	27,02
MgO =	13,98	13,86
CaO =	3,15	3,23
Na_2O =	1,00	1,07
	100,00	100,00

Ein Vergleich ergiebt die erfreuliche Übereinstimmung zwischen den beiden Zahlenreihen; zugleich erkennt man, dass die analytisch gefundenen Mengenverhältnisse der Oxyde keines Falls der Zusammensetzung eines monoklinen Pyroxens entsprechen.

Noch mehr tritt diese Thatsache durch die Berechnung hervor; nach ihr wären in dem Pyroxen die Molecüle $Fe_2Si_2O_6$ und $Mg_2Si_2O_6$ in vorwaltender Menge vorhanden, während andere Pyroxensilikate dagegen nur in geringen Mengen sich betheiligen würden. Wenn wir ferner in Betracht ziehen, dass der grösste Theil der aus der Berechnung hervorgegangenen Silikate $MgCaSi_2O_6$;

$MgAl_2SiO_6$ und Alkalisilikate[1] wohl der Beimengung von etwas monoklinem Pyroxen zuzuschreiben ist, so kann es keinem Zweifel unterliegen, dass ein eisenreicher Hypersthen allein der Haupttheil des analysirten Pyroxenpulvers und somit auch wesentlicher Gemengtheil des Pyroxengranulits war.

Aus einem Vergleich der drei Hypersthene des Diorit, Andesit und Pyroxengranulit geht hervor, dass der rhombische Pyroxen des letzteren der bei weitem eisenreichste ist. Er ist darin in Übereinstimmung mit dem grössern Eisengehalt des Granulit, gegenüber dem der zwei andern Gesteine. Eine ähnliche Beziehung zwischen diesen zwei Gesteinen und ihren Pyroxenen findet dagegen nicht statt, wie auch eine sonstige Abhängigkeit der chemischen Zusammensetzung aller drei Hypersthene von der Totalzusammensetzung der entsprechenden Gesteine kaum hervortritt.

Als bemerkenswert und allen drei Hypersthengesteinen eigenthümlich, möge zum Schluss das Vorhandensein eines monoklinen Pyroxens als Gemengtheil neben dem Hypersthen hervorgehoben werden. Es ist dies eine Thatsache, welche in ähnlichen Fällen gewiss schon häufig zu Irrungen, bei der Bestimmung des Pyroxenminerals in Gesteinen durch die mikroskopische Untersuchung allein, Anlass gegeben hat. —

Werfen wir nun einen Blick auf die Analysenzusammenstellung der aus den verschiedenen Gesteinen isolirten Pyroxene, so werden wir sofort gewahr, welche grossen Unterschiede diese Pyroxene in ihrer Zusammensetzung zeigen.

Während die hellen monoklinen Pyroxene des Granit und Syenit beinahe thonerdefrei sind, und dabei einen SiO_2-Gehalt von etwa 50 % aufweisen, finden wir im Eläolithsyenit und Leucitophyr einen dunkelgrünen ziemlich pleochroitischen Augit, der

[1] Da der Na_2O-Gehalt dem Fe_2O_3-Gehalt gegenüber in der Analyse sehr hoch ist, so war es nicht möglich, bei der Berechnung die ganze Alkalimenge als im Silikat $Na\overset{III}{Fe}Si_2O_6$ vorhanden zu deuten. Es wurde daher die isomorphe Beimischung eines Silikates $NaAlSi_2O_6$ angenommen, dessen Vorhandensein in monoklinen Pyroxenen, wie bekannt, Krenner zuerst wahrscheinlich gemacht hat. Nur unter dieser Annahme war es möglich, eine Berechnung der Analyse auf einfache Weise zu bewerkstelligen.

sich durch hohen Al_2O_3-, kleinern SiO_2-Gehalt und einen beträchtlichen Gehalt an Alkalien auszeichnet.

Daran schliessen sich die braunen wenig pleochroitischen Pyroxene aus dem Nephelinit und Limburgit. Diese beiden sind gleichfalls SiO_2 arm und reich an Al_2O_3, besitzen dabei aber einen viel kleinern Alkaliengehalt als die zuvor genannten.

Sehr abweichend hievon ist der aus dem Diabas isolirte braune monokline Pyroxen zusammengesetzt.

Endlich haben wir bei der Untersuchung des Glimmerdiorit, Andesit und Pyroxengranulit eine Anzahl, in ihrer Zusammensetzung von allen bisher aufgezählten ganz verschiedene rhombische Pyroxene kennen gelernt.

Ebenso verschieden wie diese Pyroxene sind, wie die Bauschanalysen zeigen, theilweise auch die Gesteine, aus welchen jene solirt wurden, zusammengesetzt.

Der Vergleich der chemischen Zusammensetzung der Gesteine und ihrer Pyroxene ergiebt, dass zwischen beiden bestimmte Beziehungen nach gewissen Richtungen allerdings vorhanden sind, aber noch nicht in der Schärfe hervortreten, dass ihre genaue Formulirung jetzt schon möglich wäre.

Diese Beziehungen betreffen den SiO_2-Gehalt der Gesteine im Vergleich mit der Proportion der sauren und basischen Silikate in den Pyroxenen. Es geht dies deutlich aus den folgenden Zahlen hervor.

Verstehen wir unter $R_2Si_2O_6$ die Summe aller der Pyroxenmolecüle, in denen $R = Ca$, Mg und $\overset{II}{Fe}$ oder $2R = (Na, \overset{IV}{Fe})$ oder $(Na, \overset{IV}{Al})$ sein kann, während unter RR_2SiO_6 die Pyroxensilikate summirt wurden, in denen $R = Mg$, $\overset{II}{Fe}$ oder Na_2, $R_2 = Al_2$ und $\overset{III}{Fe}_2$ bedeuten, so ergiebt sich:

	Pyroxene.	SiO_2-Menge der Gesteine.	
	$R_2Si_2O_6 : RR_2SiO_6$	Procent	Äquival.
I.	46 : 1	61,93	1,0322
II.	16,6 : 1	58,88	0,9813
III.	1,5 : 1	54,61	0,9102
IV.	6,7 : 1	48,80	0,8133
V.	2,9 : 1	42,12	0,7020
VI.	3,7 : 1	42,78	0,7130
VII.	10,8 : 1	51,23	0,8538
VIII.	9 : 1	56,09	0,9348
IX.	32,3 : 1	63,41	1,0569
X.	24 : 1	63,14	1,0523

Mit Abnahme des SiO_2-Gehalts im Gestein ist somit im Allgemeinen eine Zunahme der basischeren Silikate und eine Abnahme der mehr sauren im Pyroxen verbunden.

Eine Ausnahme von dieser Beziehung zwischen der Basicität der Gesteine und der Zusammensetzung ihrer Pyroxene machen nur der Eläolithsyenit und der Diabas. Der Grund für diese Ausnahme beim Diabas ist wohl darin zu suchen, dass, wie schon bei der Besprechung des Gesteins hervorgehoben wurde, der in ihm enthaltene braune Augit unter ganz andern Bedingungen wie die andern hier beschriebenen Pyroxene entstanden ist. Für den Eläolithsyenit kann natürlich eine solche Erklärung der Abweichung in den berührten Verhältnissen nicht gelten.

In wie weit Ähnlichkeit resp. Verschiedenheit herrscht zwischen den relativen Mengenverhältnissen, in denen die Oxyde FeO, MgO und CaO in Gestein und Pyroxen auftreten, möge am besten ein Vergleich der aus den Analysen berechneten Äquivalentzahlen jener Oxyde klar machen:

Gesteine.

	I.	II.	III.	IV.	V.
FeO =	0,0321	0,0358	0,0347	0,0917	0,0025
MgO =	0,1148	0,0195	0,0220	0,0310	0,1535
CaO =	0,0621	0,0541	0,0448	0,1161	0,2321

Pyroxene.

	I.	II.	III.	IV.	V.
FeO =	0,1165	0,0882	0,0867	0,1092	0,0799
MgO =	0,3253	0,2745	0,2737	0,1696	0,2907
CaO =	0,3804	0,3930	0,2200	0,3582	0,4154

Gesteine.

	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.
FeO =	0,2628	0,1456	0,0662	0,0467	0,0990
MgO =	0,2515	0,1627	0,2008	0,0685	0,1080
CaO =	0,2195	0,1500	0,1202	0,1036	0,0966

Pyroxene.

	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.
FeO =	0,0537	0,2417	0,2372	0,2756	0,3740
MgO =	0,3690	0,3930	0,5537	0,5593	0,3482
CaO =	0,3628	0,1559	0,0721	0,0339	0,0561

Es ergeben sich daraus die folgenden Verhältnisszahlen:

	Gesteine. FeO : MgO : CaO	Pyroxene. FeO : MgO : CaO
I.	1 : 3,58 : 1,94	1 : 2,79 : 3,26
II.	1 : 0,55 : 1,51	1 : 3,11 : 4,46
III.	1 : 0,63 : 1,29	1 : 3,16 : 2,54
IV.	1 : 0,34 : 1,27	1 : 1,55 : 3,36
V.	1 : 1,51[1]	1 : 3,64 : 5,20
VI.	1 : 0,87[1]	1 : 6,86 : 6,75
VII.	1 : 1,12 : 1,03	1 : 1,63 : 0,64
VIII.	1 : 3,03 : 1,81	1 : 2,33 : 0,30
IX.	1 : 1,47 : 2,22	1 : 2,03 : 0,12
X.	1 : 1,09 : 0,97	1 : 0,93 : 0,15

Eine gesetzmässige Beziehung der Proportionen von FeO, MgO und CaO im Gestein und Pyroxen lässt sich aus diesen Verhältnisszahlen nicht ableiten.

Über das gegenseitige Mengenverhältniss der Alkalien in den Gesteinen und den entsprechenden monoklinen Pyroxenen lässt sich soviel sagen, dass sehr häufig einer reichlichen Alkalimenge in dem einen, auch eine relativ reichliche Menge dieser Basen in dem andern entspricht.

Es giebt sich solches an den folgenden Äquivalentzahlen zu erkennen.

	Gesteine. $(Na, K)_2O$	Pyroxene. $(Na, K)_2O$
I.	0,1081	0,0217
II.	0,1403	0,0445
III.	0,1804	0,0815
IV.	0,2236	0,0570
V.	0,0895	0,0193
VI.	0,0437	0,0260
VII.	0,0655	0,0182

Es möge mir an dieser Stelle gestattet sein, noch auf eine Beziehung zwischen dem Alkaligehalt und dem so wechselnden Fe_2O_3-Gehalt der monoklinen Pyroxene aufmerksam zu machen; ich lasse desshalb die betreffenden Äquivalentzahlen folgen.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
$(Na, K)_2O$ =	0,0217	0,0445	0,0815	0,0570	0,0193	0,0260	0,0180
Fe_2O_3 =	0,0208	0,0437	0,0871	0,0694	0,0381	0,0314	0,0366

Aus diesen Zahlen geht hervor, dass in mehreren der analysirten monoklinen Pyroxene Alkalien und Eisenoxyd in nahezu

[1] Es fehlt die FeO-Bestimmung.

Analysen-Resultate.

	Erste Gruppe.				Zweite Gruppe.										Dritte Gruppe.					
	I.		II.		III.		IV.		V.		VI.		VII.		VIII.		IX.		X.	
	a.	b.	a.	b.	a.	b.	a.	b.	a.	b.	a.	b.	a.	b.	a.	b.	a.	b.	a.	b.
SiO_2	61,93	50,63	58,88	50,33	54,61	42,27	48,80	45,80	42,12	45,18	42,78	44,65	51,23	50,25	56,09	52,37	63,41	52,23	63,14	50,57
Al_2O_3	13,18	0,87	20,30	0,30	22,07	8,67	16,83	2,80	14,35	8,48	8,66	6,62	12,70	1,25	16,03	2,74	16,50	1,08	11,91	2,97
Fe_2O_3	3,63	3,33	3,63	?	2,33	13,93	?	11,11	13,12	6,21	?	5,02	4,00	5,86	3,12	2,34	2,53	0,56	2,74	0,83
Fe(Mn)O	2,31	8,39	2,58	12,37	2,50	6,24	6,60	7,68	0,18	5,75	18,92	3,87	10,48	17,40	4,77	17,08	3,36	19,84	7,13	26,93
MgO	4,59	13,01	0,79	10,98	0,88	10,95	1,24	6,63	6,14	11,63	10,06	14,76	6,51	15,72	8,03	22,15	2,74	22,37	4,32	13,93
CaO	3,48	21,30	3,03	22,01	2,51	12,32	6,50	20,06	13,00	23,26	12,29	20,32	8,40	8,73	6,73	4,04	5,80	1,90	5,41	3,14
Na_2O	2,67	1,02	5,73	2,14	7,58	3,66	9,52	2,88	4,11	1,20	2,30	1,29	3,04	0,82	3,49	Spur	1,90	Spur	2,10	0,62
K_2O	6,11	0,50	4,50	0,94	5,46	2,12	6,59	1,00	2,18	Spur	0,62	0,49	1,55	0,47	1,87		2,26		0,31	0,57
H_2O	1,14	?	1,01	—	1,13	—	1,96	—	3,42	—	3,95	—	0,39	—	0,16	—	1,55	—	0,26	—
TiO_2	—	0,79	—	0,66	0,09	0,92	1,70 [1]	0,52	0,54	0,79	0,28	2,93	1,21	0,45	0,37	0,35	—	0,37	0,64	0,36
P_2O_5	—	—	0,54	—	0,15	—	0,26 [2]	—	1,65	—	—	—	0,19	—	—	—	0,10	—	—	—
Summa	99,04	99,84	100,99	99,73	99,31	101,08	100,00	98,21	100,81	102,50	99,86	99,95	99,70	100,95	100,66	101,07	100,15	98,35	97,96	99,94
Sp. G.	2,723	3,372	2,720	3,401	2,635	3,473	2,605	3,489	2,888	3,425	2,829	3,411	3,025	3,448	2,892	3,500	2,498	3,487	2,870	3,531

[1] ist SO_3. — [2] ist Cl.

äquivalenten Mengen vorhanden sind, in den andern der Eisenoxydgehalt den Alkaligehalt überwiegt und somit der Annahme, das Alkali sei in den Pyroxenen an Eisenoxyd gebunden, kein Hinderniss entgegensteht.

Die meisten der hier für die monoklinen Pyroxene und ihre entsprechenden Gesteine aufgefundenen gegenseitigen Beziehungen treten bei den drei Hypersthengesteinen nicht hervor. Möglicherweise haben die, zweien der Hypersthene beigemengten kleinen Quantitäten eines monoklinen Pyroxens einzelne Beziehungen zwischen Gestein und rhombischem Pyroxen verdeckt. Der Hauptgrund für diese Erscheinung ist aber wohl darin zu suchen, dass Variationen in der Zusammensetzung rhombischer Pyroxene, wie die Erfahrung lehrt, nie in dem Masse vorkommen, wie dies bei den monoklinen der Fall ist, und sich darum eine beeinflussende Wirkung der Gesteinszusammensetzung auf jene überhaupt nicht so leicht geltend machen kann.

Inwiefern die zwischen den zehn untersuchten Gesteinen und ihren Pyroxenen aufgefundenen Beziehungen allgemeine Geltung besitzen, ob solche etwa auch für andere gesteinsbildende Minerale, z. B. Amphibol oder Glimmer, vorhanden sein mögen, darüber müssen uns weitere Arbeiten in der angegebenen Richtung Aufschluss ertheilen.

I. Augitbiotitgranit von Laveline.
II. Augitsyenit von Farrisvand bei Laurvik.
III. Eläolithsyenit von Caldas de Monchique.
IV. Leucitophyr von Rieden.
V. Nephelinit von Löbau.
VI. Limburgit von der Limburg.
VII. Diabas von Halleberg in Schweden.
VIII. Glimmerdiorit von Campo maior.
IX. Hypersthenandesit von Sumatra.
X. Pyroxengranulit von Waldheim.

a) bedeutet das Gestein; b) den Pyroxen.

Im Folgenden sind die Berechnungen der zehn analysirten Pyroxene zusammengestellt.

Pyroxene der ersten Gruppe.

I b.	%	II b.	%
$MgCaSi_2O_6$	= 56	$MgCaSi_2O_6$	= 60
$FeCaSi_2O_6$	= 26	$FeCaSi_2O_6$	= 19,5
$Na\overset{III}{F}eSi_2O_6$	= 10	$Na\overset{III}{F}eSi_2O_6$	= 19,5
$MgAl_2SiO_6$	= 2	$MgAl_2SiO_6$	= 1
$Mg_3Si_2O_7 + 2aq$	= 6		

Pyroxene der zweiten Gruppe.

III b.	%	IV b.	%	V b.	%
$MgCaSi_2O_6$	= 40	$MgCaSi_2O_6$	= 26	$MgCaSi_2O_6$	= 44
$FeCaSi_2O_6$	= 20	$FeCaSi_2O_6$	= 26	$FeCaSi_2O_6$	= 17,5
$MgAl_2SiO_6$	= 20	$Na\overset{III}{F}eSi_2O_6$	= 19	$MgAl_2SiO_6$	= 17,5
$Na_2\overset{III}{F}e_2SiO_6$	= 20	$MgAl_2SiO_6$	= 6,5	$Mg\overset{III}{F}e_2SiO_6$	= 4
		$Mg\overset{III}{F}e_2SiO_6$	= 6,5	$Na_2\overset{III}{F}e_2SiO_6$	= 4
		$Ca_2Si_2O_6$	= 16	$Ca_2Si_2O_6$	= 13

VI b.	%	VII b.	%
$MgCaSi_2O_6$	= 67	$MgCaSi_2O_6$	= 36
$FeCaSi_2O_6$	= 12	$Mg\overset{III}{F}e_2SiO_6$	= 5,5
$MgAl_2SiO_6$	= 15	$Na\overset{III}{F}eSi_2O_6$	= 5,5
$Na_2\overset{III}{F}e_2SiO_6$	= 6	$MgAl_2SiO_6$	= 3
		$Fe_2Si_2O_6$	= 28
		$Mg_2Si_2O_6$	= 22

Pyroxene der dritten Gruppe.

VIII b.	%	IX b.	%	X b.	%
$Mg_2Si_2O_6$	= 48	$Mg_2Si_2O_6$	= 57	$Fe_2Si_2O_6$	= 44
$Fe_2Si_2O_6$	= 26	$Fe_2Si_2O_6$	= 32	$Mg_2Si_2O_6$	= 31
$MgCaSi_2O_6$	= 16	$MgCaSi_2O_6$	= 8	$MgCaSi_2O_6$	= 13
$MgAl_2SiO_6$	= 7	$MgAl_2SiO_6$	= 2	$MgAl_2SiO_6$	= 4
$Mg\overset{III}{F}e_2SiO_6$	= 3	$Mg\overset{III}{F}e_2SiO_6$	= 1	$Na(Al, \overset{III}{F}e)Si_2O_6$	= 8